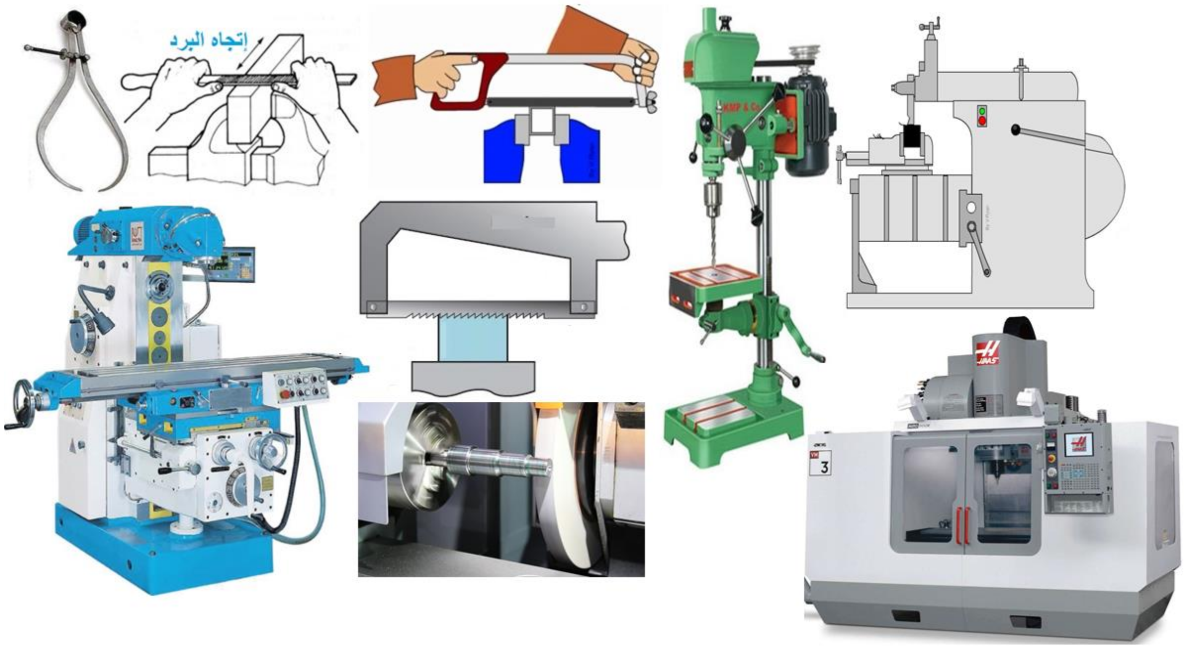
أساسيات عمليات التشغيل الميكانيكي والفرايز

Fundamental machining and milling process



الفهرس

أساسيات عمليات التشغيل الميكانيكي والفرايز ١
الجزء الأول: عمليات التشغيل الأساسية ٣
عمليات الشنكرة والعلام Marking out ٧
عمليات البرادة ١٥
عمليات النشر Sawing ٢٧
عمليات القشط Shaping ٤٢
عمليات الثقب ٥٢
عمليات التجليخ ٦٧
الجزء الثاني: الفرايز التقليدية والفرايز المبرمجة بالحاسب CNC ٧٩
ماكينات الفرايز Milling operation ٨١
تكنولوجيا الفرايز المبرمجة بالحاسب (CNC) ١٢٤

المقدمة

العدد اليدوية لمستخدمة في الورش الميكانيكية لا غنى عنها اثناء عمليات التشغيل و التشكيل التي تتم على المشغولات. العدد اليدوية تستخدم في عمليات الشنكرة و العلام مثل الذنبة و السنبك و الشاكوش أو عمليات القياس المباشرة أو غير المباشرة مثل القدمة ذات الورانية Vernier caliper و الفرجار Caliper والمبارد files بأنواعها و المقصات اليدوية و المفاتيح و الالنكيهات Alan Key و غيرها من العدد اليدوية التي سيتم التطرق اليها في هذا الكتاب. الآلات أو ماكينات الورش Machine tool هي آلات تدار بالقدرة وتستخدم في تشكيل المعادن .كما تقوم بثني المعدن وقطعه وثقبه وجلخه وطرقه وكشطه وكبسه لتحويله إلى أي شكل مطلوب.

تؤدي ماكينات الورش دورا مهما في تصنيع معظم المنتجات المعدنية، ويستخدمها عمال الورش في عمل أجزاء بعض المنتجات، مثل السيارات والأسطمبات و ماكينات الأنتاج المختلفة والثلاجات .وتصنع العديد من المنتجات الأخرى بواسطة الآلات التي صنعتها عدد الآلات.

يوجد العديد من عدد الآلات تقوم بعضها بعملية واحدة، مثل الجلخ أو الثقب، ويقوم بعضها الآخر والمعروف باسم مراكز التشكيل الآلية بتنفيذ مهام متعددة. ويتوافر لدى مراكز التشكيل الآلية أجهزة أوتوماتيكية لتغيير العدة، وقد تستخدم بعضها أكثر من مائة عدة. وتعمل العديد من عدد الآلات أوتوماتيا بنظام يسمى التحكم الرقمي Numerical control .

ويمكن أن تتصل ماكينات الورش ببعضها لتكوين نظام تصنيع مرن. وتقوم كل ماكينة بعملية تشغل مختلفة للمنتج في نظام التصنيع المرن. وينقل المنتج الذي يجرى شغله، ويسمى قطعة الشغل، من ماكينة إلى أخرى بوساطة الروبوت ومعدات أوتوماتيكية أخرى. ويمكن لنظام تصنيع مرن واحد أن يصنع أجزاء متنوعة. وتتوافر عدد الآلات في مدى واسع من الأحجام، ويعتمد اختيار مشغل الآلة على حجم أكبر قطعة شغل يجري شغلها.

الجزء الأول: عمليات التشغيل الأساسية

(١-١) عمليات الشنكرة و العلام
(١-٢) عمليات البرادة
(١-٣) عمليات الثقب
(١-٤) عمليات القشط
(١-٥) عمليات التجليخ

مقدمة الجزء الأول

تطورت أساسيات عمليات عدد الآلات من العمليات التي سبق استخدامها في إصلاح العدد اليدوية لقطع وتشكيل الخشب .وقد اخترعت أول عدة من عدد الورش الحديثة في عام 1775م على يدي جون ولكنسون، وهو مصنع حديد إنجليزي. وقد اخترع ولكنسون آلة تجويف مكنته من حفر ثقوب دقيقة في الفلز. وقد اخترعت في إنجلترا أيضا في القرن التاسع عشر الميلادي عدد من عدد الورش الآلية هي المكشطة وآلة التسوية وأول مخرطة ناجحة للقلوظة.

وبدأت صناعة عدد الورش في الولايات المتحدة في حوالى عام 1800م .وقد استخدمت عدد الورش أساسا لصناعة البنادق والمدافع للقوات المسلحة. وفي عام 1873م طور س. م. سبنسر من الولايات المتحدة مخرطة كاملة ذاتية الحركة. وبدأت عدد الورش في العشرينيات من القرن العشرين ترتبط معا في سلسلة لاستخدامها في عمليات الإنتاج الواسع، ووصل عدد الورش في الولايات المتحدة أكثر من الضعف أثناء الحرب العالمية الثانية 1939 - 1945م

وقد أدى التطور الذي حدث في صناعة سفن الفضاء والأنواع الأخرى من الطائرات الحديثة منذ منتصف القرن العشرين إلى عمليات تشغيل آلي متقدمة. وقد أسفر استخدام التحكم الرقمي ومراكز التشغيل الآلي والحواسيب والمعالجات الدقيقة على رفع سرعة وكفاءة الصناعة.

عمليات التشغيل و التشكيل:

هناك نوعان رئيسيان من العمليات التي تقوم بها الآلة :

١- تشغيل المعادن بإزالة جزء من المعدن
٢- تشكيل المعادن

وتشمل العمليات الأساسية في إزالة المعادن قطع أو كشط (محو) جزء من قطعة الشغل. أما في عملية تشكيل المعادن، تشكل قطعة الشغل بدون إزالة أي جزء منها.

(a) تشغيل المعادن

يوجد ستة أنواع أساسية من عمليات إزالة المعادن، هي :

١- البرادة
٢- النشر اليدوي و الآلي
٣- التثقيب اليدوي و الآلي
٤- عمليات الكشط
٥- الخراطة
٦- التفريز

(b) تشكيل المعادن

تشمل عمليات تشكيل الفلزات الطرق والضغط والثني والقص. وهناك أربعة أنواع رئيسية من آلات التشكيل هي:

١- آلات الحدادة
٢- المكابس

٣- ماكينات الثني (الثنايات)

٤- المقصات.

آلات الحدادة تشكل المعدن من خلال طرق المعدن وضغطه. ويتم الطرق فيبعض هذه الآلات على المعدن الساخن حتى يتحول إلى أي شكل مطلوب، بينما تضغط آلات أخرى المعدن الساخن في قالب تحت ضغط مرتفع. ويتدفق المعدن إلى كل جزء من القالب ليأخذ الشكل المراد. وتنتج آلة الطرق أجزاء معدنية شديدة المتانة والتحمل.

المكابس تشكل الواح المعدن بشكل معين، ثم تستخدم لضغط هذه القطعة، التي تسمى اسطمبة أو غفل، وتحولها إلى الشكل النهائي. وتقوم مكابس التخريم بعمل الثقوب في الصفائح الفلزية.

ماكينات الثني تثني الواح المعدن لعمل منتجات مختلفة مثل الخزنات. وتشمل المنتجات المشكلة بهذه العملية الأغطية المعدنية وأسقف السيارات و جسم الثلاجات و الكبائن.

المقصات تقطع ألواح المعدن , ويقوم مشغلو الآلات بعد ذلك بتشكيل الفلز إلى أجزاء نهائية بالشكل والحجم المطلوبين.

عمليات الشنكرة والعلام Marking out

١-١ الشنكرة Benchmarking :

هي عملية نقل الأبعاد من التصميم (لوحة الرسم) إلى سطح المشغولة (قطعة العمل الخام المطلوب تصنيعها) ، ويقصد بها تحديد الأطوال ومراكز الثقوب والزوايا على سطح المشغولة للتمكن من تنفيذ الأعمال المطلوبة. حيث تعتمد عمليات التشغيل الصحيحة على مقدار دقة الشنكرة ووضع المقاسات بدقة وفى حالة الشنكرة غير الدقيقة يكون العمل الناتج رديئا وغير مطابق للمواصفات المطلوبة ، ولذلك مهما إمتد الوقت الذى تستغرقه عملية الشنكرة الدقيقة فلا يجوز أن نعتبره وقتا مهدرا حيث أنه فى النهاية سيوفر وقتا أكثر فى المراحل التالية للتشغيل. ومن أشهر إستخدامات عملية الشنكرة هو عمل خطوط متوازية على قطعة الشغل وتحديد مركز عمود وتحديد مراكز الثقب ......إلخ من الإستخدامات المتعددة والمختلفة.

١-١,١ الأدوات المستخدمة لعمل الشنكرة :

توجد العديد من العدد والأدوات التى يمكن إستخدامها لعمل الشنكرة المطلوبة لقطعة العمل وسوف نستعرض فى هذه الوحدة بعض هذه الأدوت بشيء من التفصيل :-

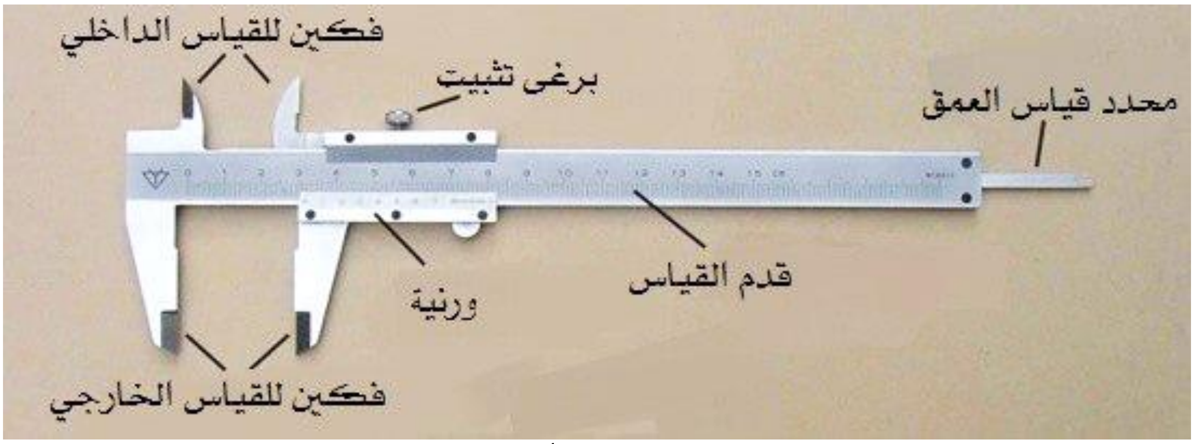
١- مسطرة الصلب Steel Ruler :

وهى من أشهر أدوات القياس التى تستخدم لقياس ومراجعة أبعاد قطع العمل قبل وبعد عمليات التشغيل ، ويصنع هيكل هذه المسطرة من الصلب المقاوم للصدأ والإنكماش لضمان دقة القياس والتكيف مع بيئة العمل التى تحوى العديد من السوائل كالماء والزيت وسوائل التبريد........إلخ ، وتصل حساسية القياس بهذه المسطرة إلى 0.5 ، ويوجد من العديد من المقاسات ويصل طولها إلى ٦٠ سم وتكون عادة مدرة من الجانبين حيث يوجد التدريج المترى على جانب"مم" وعلى الجانب الأخر يوجد التدريج الإنجليزى "البوصة" ويوضح شكل ١-١٥ مسطرة الصلب. ويجب مراعاة أن تستخدم هذه المسطرة لقياس المقاسات الكبيرة وليس الأبعاد الصغيرة التى تتطلب حساسية عالية فى القياس لا تتوفر فى مسطرة الصلب. كما يجب أن يكون مؤشر تدريج المسطرة متعامدا مع حافة إسناد قطعة العمل عند القياس ، كما يجب أن يكون مستوى النظر عموديا على القطعة القاسة عند قراءة القيمة المقاسة.

شكل ١-١٥ : مسطرة الصلب

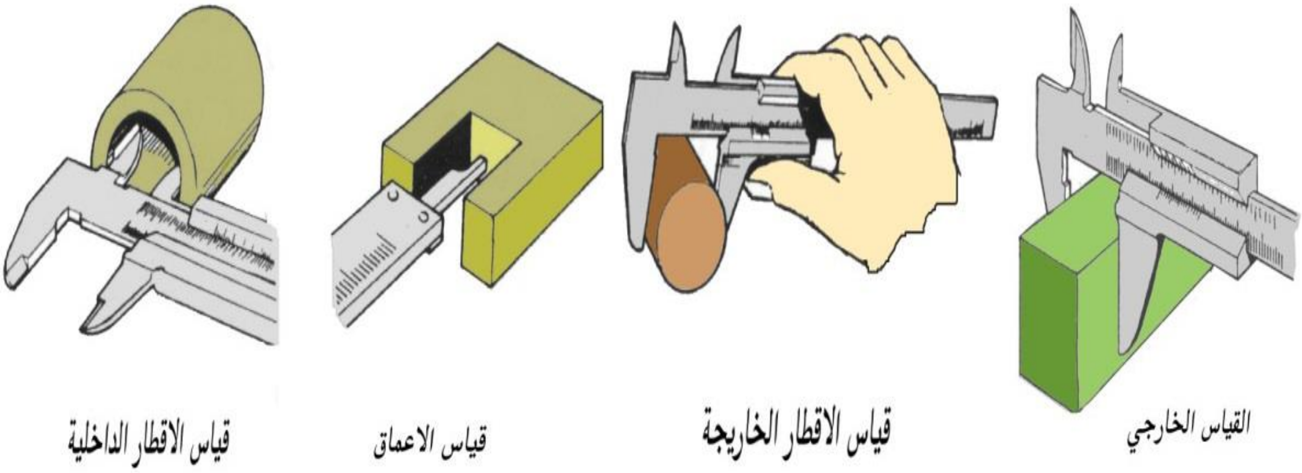
٢- القدمة ذات الورنية (الباكوليس) Vernier Caliper :

تعتبر من أهم أدوات القياس المستخدمة فى ورش تشغيل المعادن وذلك بسبب إمكاناتها المتعددة فى القياس وبساطة التصميم وسهولة الإستخدام بالإضافة إلى أنها تتمتع بحساسية قياس مناسبة للعديد من التطبيقات الميكانيكية فى عمليات التصنيع ويستطيع الفني أن يجرى قياسات داخلية وخارجية وكذلك قياسات الأعماق باستخدام القدمة ذات الورنية ، ويوضح شكل ١-١٦ المكونات الأساسية للقدمة ذات الورنية.



شكل ١-١٦ : المكونات الأساسية للقدمة ذات الورنية.

وتختلف دقة القياس من باكوليس لأخر فيوجد باكوليس بدقة قياس 0.1 مم ويوجد أخر بدقة 0,02 مم ويوجد بدقة 0.05 مم حيث تنشأ دقة قياس الورنية من الفرق بين قيمة قسم التدريج الموجود على قدم القياس وقيمة قسم تدريج الورنية على المنزلقة. ويوضح شكل ١-١٧ الاستخدامات المتعددة للقدمة ذات الورنية فى القياس.



شكل ١-١٧ : الإستخدامات المتعددة للقدمة ذات الورنية فى القياس.

٣- الفرجار Divider :

ويصنع من الصلب متوسط الكربون وله عدة أنواع مختلفة بحسب إختلاف شكل الساقين كما هو موضح بشكل ١-١٨.

شكل ١-١٨ : يوضح الأنواع المختلفة للفرجار.

حيث يستخدم الفرجار الخارجى لقياس ومراجعة الأقطار والأبعاد الخارجية للمشغولات المختلفة أثناء تشغيلها ، ويستخدم فرجار القياس الداخلى للحصول على القياسات الداخلية حيث يدخل الفرجار إلى المكان المراد قياسه ثم يفتح بعد ذلك باتجاه الخارج وببطء حتى يتم التلامس بين الذراعين وحافة المكان المراد قياسه ويتم بعد ذلك إخراج الفرجار مع تماشى الضغط على الساقين وذلك للإحتفاظ بدقة القياس ثم يتم بعد ذلك قراءة القياس المعطى بواسطة الفتحة بالقدمة أو المسطرة ، بينما الفرجار ذو الشوكتين والذى يسمى بفرجار العلام أو الفرجار العدل لأنه يتكون من ساقين مبططين مستقيمين لكل منهما سن على شكل شوكة ويستعمل لنقل الأبعاد إلى قطعة العمل أو لعمل علام أو دوائر عليها. ويوضح شكل ١-١٩ إستخدامات الأنواع المختلفة من الفرجار.

شكل ١-١٩ إستخدامات الأنواع المختلفة من الفرجار.

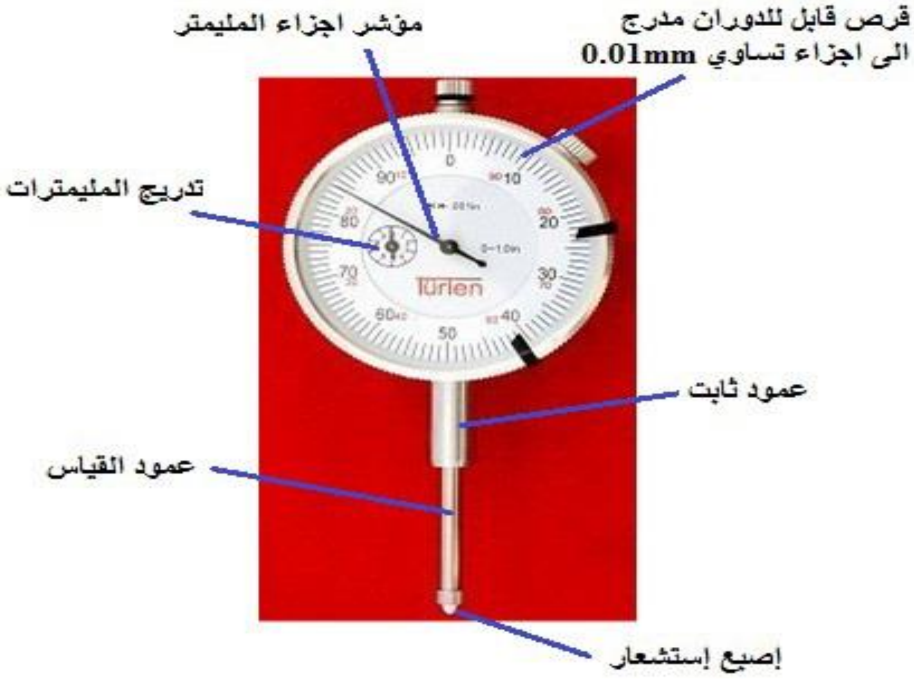
٤- الميكرومتر Micrometer :

يعتبر الميكرومتر من أدوات القياس المباشرة اليدوية المنتشرة فى المصانع والورش وسبب إنتشاره دقته التى تصل فى بعض أنواعه إلى 0.001 وسهولته فى الإستخدام والقراءة ، ويستعمل الميكرومتر فى القياسات الدقيقة بدلا من قدمة القياس ذات الورنية التى يحتمل وجود خطأ عند القياس بها وذلك لصغر الورنية وصعوبة إيجاد خط التطابق ، ويوضح شكل ١-٢٠ المكونات الرئيسية للميكرومتر.

شكل ١-٢٠ المكونات الرئيسية للميكرومتر.

٥- ساعة القياس Dial Indicator :

تعتبر ساعة القياس من أفضل أجهزة القياس البيانية التى تستخدم لتحديد قيمة الإنحراف عن المقاس المنصوص عليها فى المواصفات والتصاميم وكذلك لإختبار إستواء أسطح قطع العمل قبل وبعد عمليات التشغيل المختلفة وكذلك إختبار إنتظام دوران الأعمدة. ويوضح شكل ١-٢١ الأجزاء الرئيسية لساعة القياس. وتتلخص طريقة عمل ساعة القياس فى أن إنحرافات القياس تنتقل من إصبع الإستشعار عن طريق مجموعة مسننات تكبر الحركة إلى مؤشر يتحرك على قرص مدرج إلى أجزاء تساوى 0.01 مم حيث تكافئ دورة كاملة للمؤشر الكبير مليمترا واحدا فى المؤشر الصغير الذى حدود نطاق قياسه من ٣ إلى ١٠ مم.



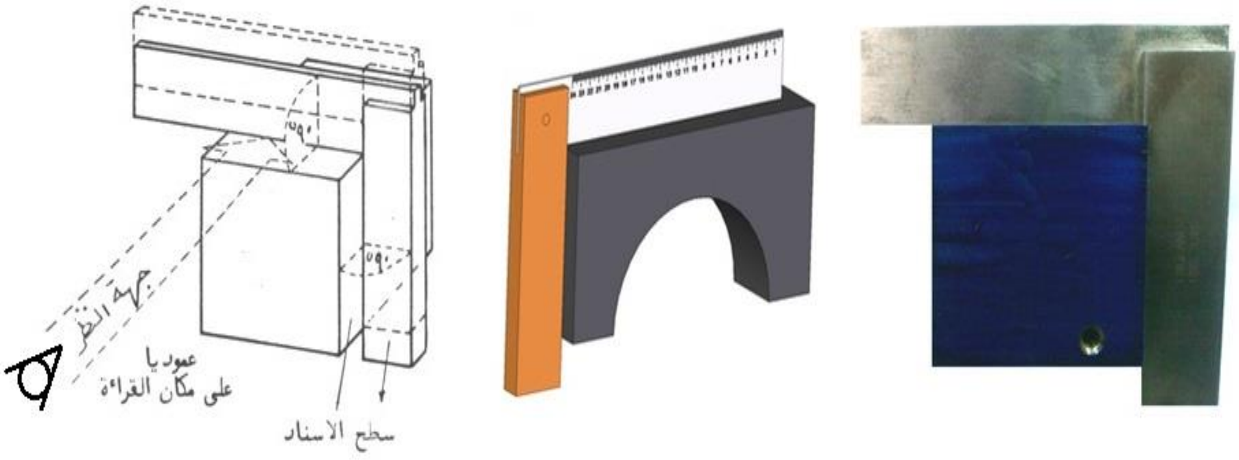
شكل ١-٢١ : الأجزاء الرئيسية لساعة القياس.

٦- قياس التعامدية Perpendicularity :

حيث يتم إستخدام الزاوية القائمة لفحص تعامدية السطوح ومراقبة الشق الضوئى وتوجد عدة أنواع من الزاوية القائمة يوضحها شكل ١-٢٢ ويستخدم كل نوع بحسب ما يتطلبه العمل.

شكل ١-٢٢ : أنواع الزاوية القائمة.

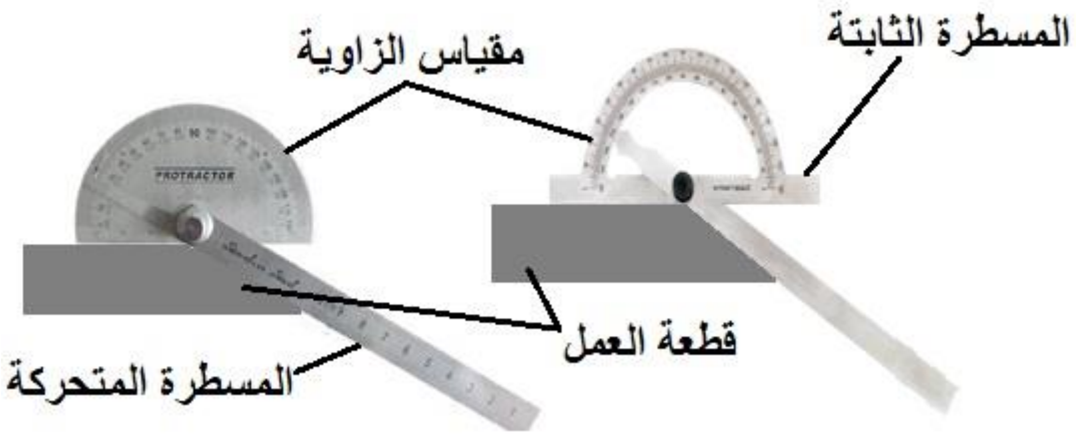
يجب مراعاة أنه عند القياس بزوايا ثابتة يجب أن تسند هذه الزوايا على قطعة العمل بحيث يكون كلا الضلعين عموديا على سطح الشغلة كما هو موضح بشكل ١-٢٣.



شكل ١-٢٣ : كيفية إسناد الزاوية على الشغلة.

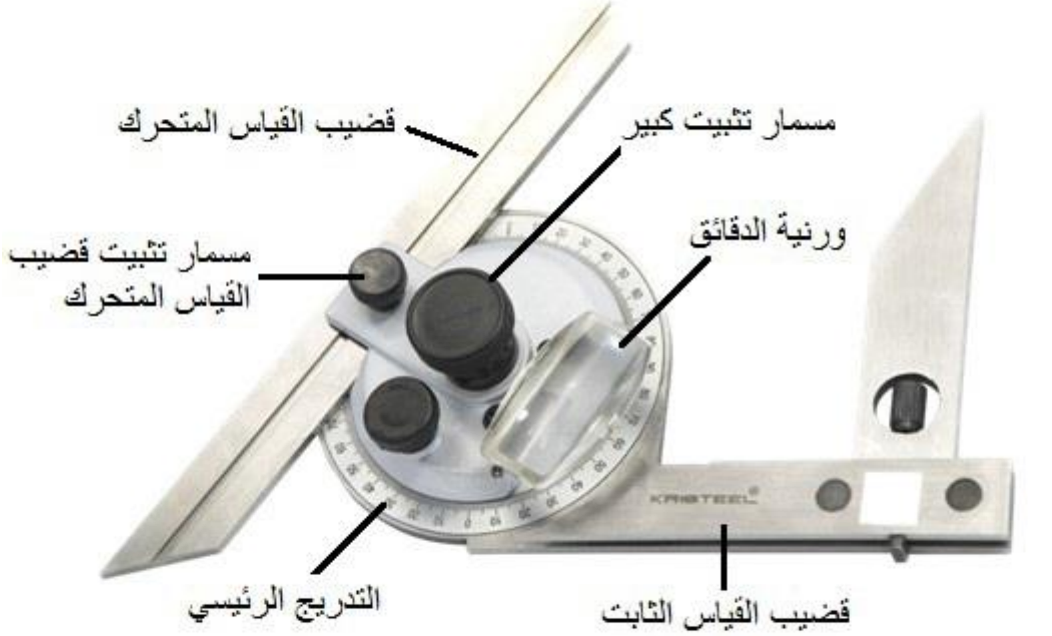
٧- المنقلة Protractor :

وهى على شكل نصف دائرة مقسمة إلى 180° وتستخدم للتخطيط والإختبار ومراجعة زوايا المشغولات غير الدقيقة بحيث توضع المسطرة الثابتة على قطعة الشغل وتحرك المسطرة المتحركة لتتطابق مع المنقلة وبذلك يتم التحديد. كما هو موضح بشكل ١-٢٤.



شكل ١-٢٤ : المنقلة البسيطة.

ويوضح شكل ١-٢٥ المنقلة الجامعة (الزاوية ذات الورنية) وهى أداة قياس زوايا دقيقة تستخدم لقياس ومراجعة ورسم زوايا المشغولات المختلفة وذلك لتحديد قيمتها بالدرجات والدقائق بدقة وتسمى بزاوية كوستيلا.



شكل ١-٢٥ : الأجزاء الرئيسية للمنقلة الجامعة.

٨- شوكة العلام Scriber :

وهى أداة تستخدم لتحديد الأبعاد على قطعة العمل وهى أداة يدوية عادة ما تصنع من فولاذ العدة ويتم شحذها بزاوية 10° وتستخدم للخامات بأنواعها ، ويوجد نوع من شوك العلام يصنع من النحاس الأصفر Brass وتستخدم للخامات المصلدة حيث يترك على الخامة(الشغلة) طبقة من النحاس أثناء الشنكرة ، وهناك نوع أخر وهو قلم الرصاص حيث يستخدم لقطع العمل الدقيقة والصفائح المطلية ، ويوضح شكل ١-٢٦ الأنواع المختلفة من شوك العلام.

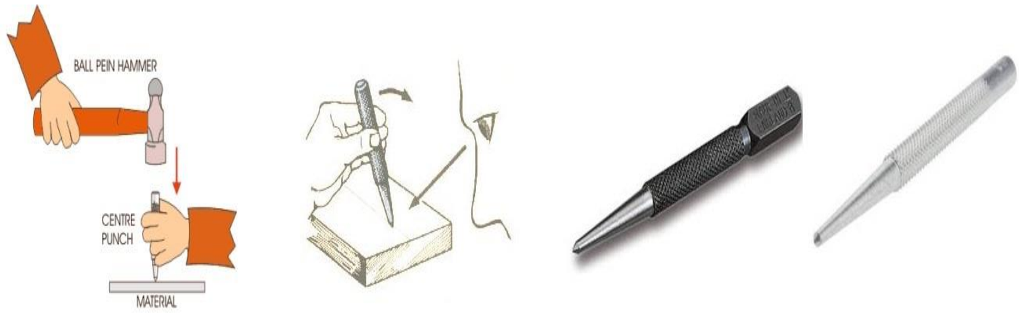
شكل ١-٢٦ : يوضح الأنواع المختلفة من شوك العلام.

يجب مراعاة عند إستخدام شوكة العلام أن يكون طرفها المدبب ملاصقا لحركة المسطرة وأن يكون السحب فى إتجاه واحد تلافيا للخطوط المزدوجة.

٩- ذنبة العلام Center Punch :

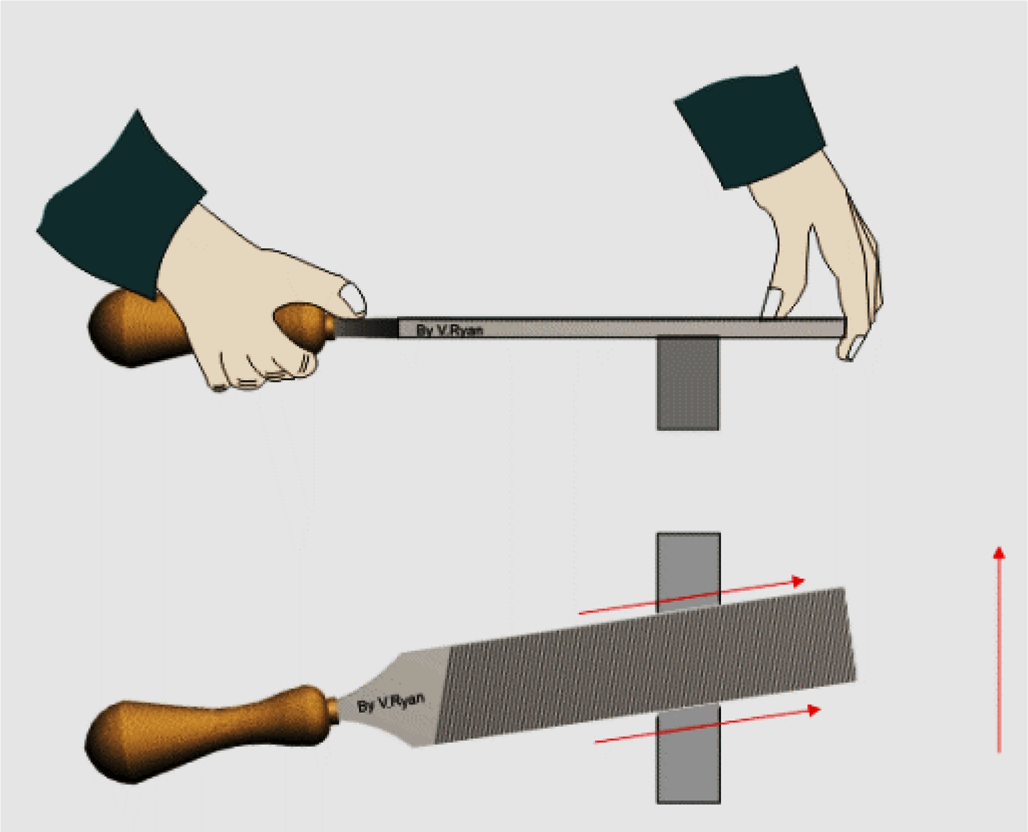
يوضح شكل ١-٢٧ أداة ذمبة العلام ، وهى أداة يدوية تصنع من فولاذ العدة مع تصليد طرفها المدبب وهى تستخدم لتحديد مركز فى قطعة العمل وذلك فى حالة عمل شنكرة الدوائر أو التثقيب ، ويجب مراعاة عند إستخدام الذمبة فى الشنكرة أن يتم الطرق عليها باستخدام مطرقة وأن يكون الطرق مرة واحدة فقط ، ويوجد نوعان من ذمبة العلام هما :-

- ذنبة تحديد مراكز الثقوب وتكون زاوية رأس الزمبة 60°.
- ذنبة التذنيب الدقيق وتكون زاوية رأس الذمبة 30° ويستخدم هذا النوع لتحديد (شنكرة) ألواح الصاج قبل النشر.



شكل ١-٢٧ : أداة ذنبة العلام

عمليات البرادة



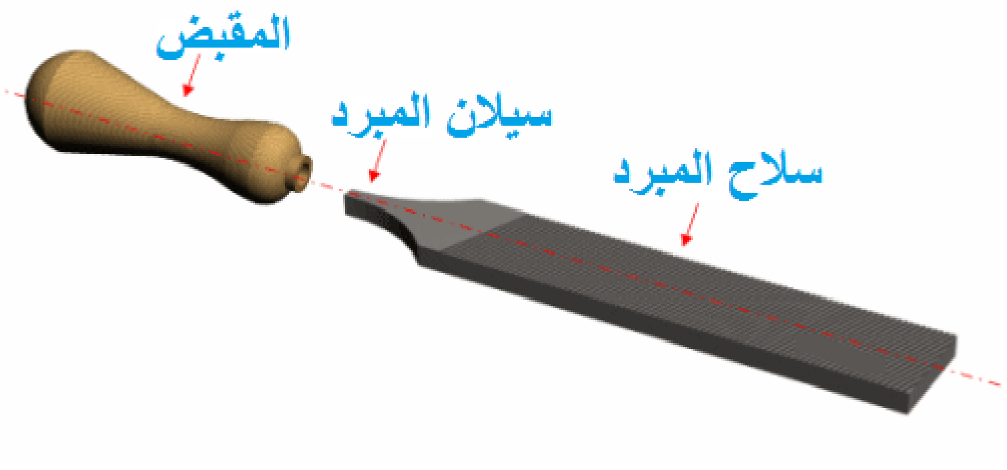
١-١ مقدمة:

تعتبر عملية البرادة من العمليات اليدوية القديمة والمهمة التى مارسها الإنسان وقد أخذت فى التطور شأنها شأن العمليات الأخرى و بالرغم من التطور الكبير فى الماكينات المستخدمة لتشغيل المعادن إلا أنه لايمكن الإستغناء عن عملية البرادة. وفيما يلى بعض التعريفات والمفاهيم الهامة للتعرف والإلمام بعملية البرادة.

تعريف عملية البرادة بانها " عملية إزالة يدوية لكمية ضئيلة من المعدن لغرض تنعيم السطح أو تأكيد الوصول لمقاييس دقيقة".

١-٢ المبارد files:

هو الأداة المستخدمة لإجراء عملية البرادة للأسطح وهو عبارة عن ألة قطع مسننة تصنع من قطعة مناسبة من الفولاذ الخام يتم تشكيلها بالطرق وتلدينها ثم يتم فى النهاية تجليخها وتسويتها. وبعد تشكيل أو تفريز حدود القطع السفلى والعليا يتم تصليد المبرد ثم يطبع سيلان المبرد حراريا. ويوضح شكل ١-١ تركيب المبرد



شكل ١-١ : يوضح تركيب المبرد

يجب مراعاة أن يكون سلاح المبرد عالى الصلادة للتمكن من خدش المعدن ولضمان عمر أطول للمبرد بينما سيلان المبرد لا يصلد لضمان إرتفاع متانته وعدم تعرضه للكسر.

١-٢,١ تصنيف المبارد :

هناك عدة طرق يمكن إستخدامها لتصنيف المبارد المستخدمة لإجراء برادة الأسطح وأشهرها هو التصنيف حسب نوع الأسنان الموجودة بالمبرد فيمكن تصنيفها تبعا للأتى :-

١- **المبارد ذات الأسنان المفردة Single Teeth Files :**

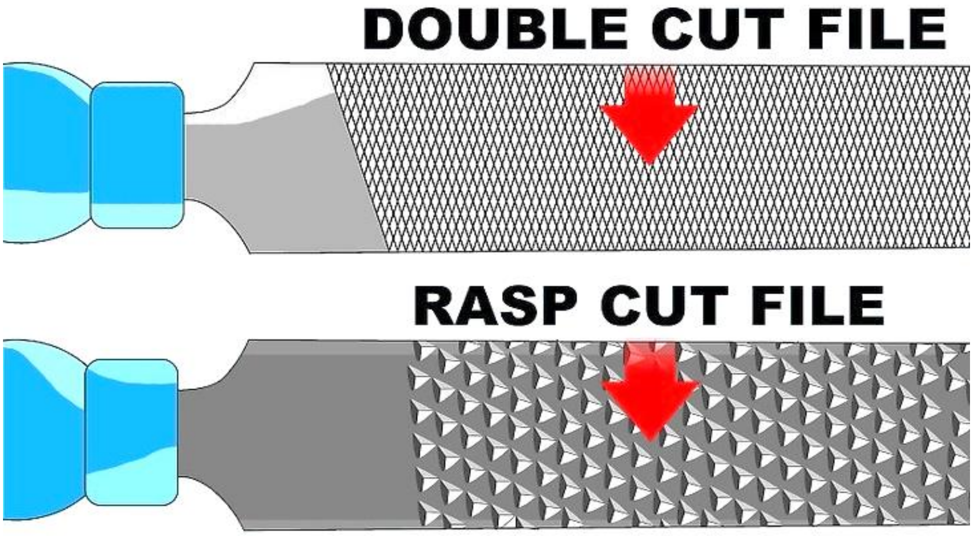
وتستخدم الأسنان المفردة بالدرجة الأولى فى المبارد المخصصة لمعالجة مواد التصنيع(الشغلة) اللينة أو الطرية مثل القصدير والزنك والرصاص والألومنيوم.

٢- **المبارد ذات الأسنان المزدوجة Double Teeth Files :**

ويستخدم هذا النوع من المبارد لإزالة الرايش بصورة أسرع كما أنها تستخدم لبرادة المعادن الأكثر صلادة كالبرونز والبرص Brass والنحاس.

٣- **مبارد الأسنان المحببة Rasping Teeth Files :**

يتم تشكيل أسنان هذا النوع من المبارد بالطرق وتكون مفردة ومتباعدة نسبيا وتستخدم هذه الأنواع من المبارد لمعالجة الخشب والأنسجة الصلدة والجلد وما يماثلها كما يمكن إستخدامها لبرادة الرصاص والألومنيوم. ويوضح شكل ١-٢ كلا من المبارد ذات الأسنان المزدوجة والمحببة.



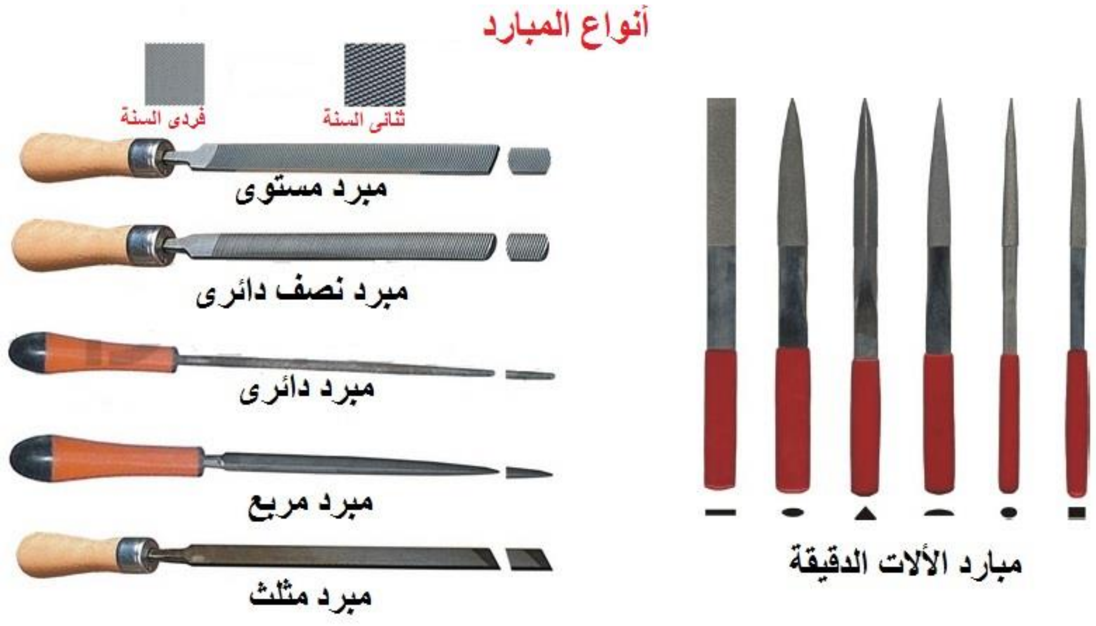
شكل ١- ٢ : يوضح كلا من المبارد ذات الأسنان المزدوجة والمحببة.

١-٢,٢ أنواع المبارد :

تختلف المبارد فى الشكل وذلك لكى تتناسب مع الأشكال الهندسية للأسطح التى يتم بردها. وأهم أنواع المبارد هى :-

١- مبرد مستوى Flat File : يستخدم لتسوية الأسطح.
٢- مبرد مربع Square File: يستخدم للحصول على فتحات مربعة.
٣- مبرد دائرى Round File: يستخدم للحصول على فتحات دائرية.
٤- مبرد مثلث Triangular File : يستخدم للحصول على أشكال مثلثية.
٥- مبرد نصف دائرى Half-round File : يستخدم للحصول على أشكال مخروطية.
٦- مبرد خشن Bastard-cut File : يستخدم لإزالة أجزاء كبيرة من الأسطح.
٧- مبرد ناعم Smooth-cut File : يستعمل لعمليات التنعيم لإزالة أجزاء صغيرة من سطح المعدن.

كما توجد أنواع أخرى كمبرد السكينة ومبرد المعين ومبرد الألات الدقيقة. ويوضح شكل ١-٣ الأنواع المختلفة للمبارد.



شكل ١-٣ : يوضح الأنواع المختلفة للمبارد

ملحوظة :-

الفرق بين المبرد الناعم والخشن هو أن المبرد الناعم تكون فيه الأسنان كثيرة ومتقاربة بينما المبرد الخشن تكون فيه الأسنان قليلة وأكثر تباعدا. وتعتمد خشونة المعدن ونعومته على عدد أسنان المبرد فى السنتيميتر الواحد. وتستعمل المبارد الخشنة لإزالة الزوائد حيث يتم ذلك بسرعة ، ولكن تترك سطحا خشنا ، كما تستعمل عند برادة المعادن الطرية نظرا لبعد المسافة بين الأسنان. أما المبارد الناعمة فتستعمل فى العمليات الدقيقة حيث ينبغى الحصول على سطوح ناعمة ، وتوضع عادة مادة الطباشير على أسنان المبارد لتخفف من مقدرة الأسنان على إزالة الزوائد من القطعة فى مرحلة التنعيم.

١-٣ إختيار المبرد :

يعتمد إختيار المبرد على مجموعة من العوامل وهى كالأتى :-

١- درجة نعومة السطح المطلوبة حيث أنه بصفة عامة تكون المبارد كبيرة الحجم خشنة نسبيا لذا فهى تزيل كمية رايش أكبر وتعطى سطحا ذو درجة خشونة عالية بينما المبارد الأصغر حجما تكون دقيقة لذا فهى تزيل كمية أقل من الرايش وتعطى سطحا أكثر نعومة.

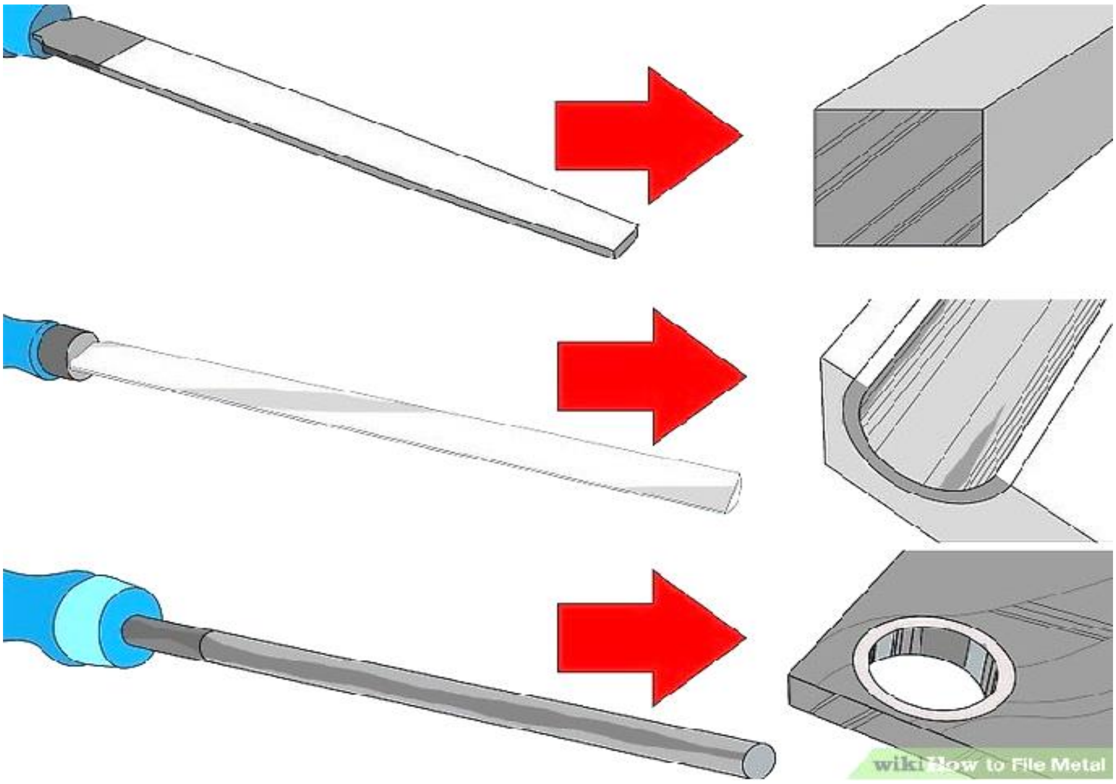
٢- مقدار التسامح المتروك للتشغيل (كمية المعدن المطلوب إزالتها) حيث يتم إختيار مبرد مزدوج لإزالة كمية كبيرة من المعدن ويتم إختيار مبرد مفرد القطع لإزالة كمية قليلة كما فى التنعيم.

٣- فى حالة برادة الألمونيوم والرصاص يتم إستخدام مبرد مفرد القطع.

٤- فى حالة برادة المعادن الصلبة مثل الصلب والزهر يتم إستخدام المبرد مزدوج القطع.

٥- يتم إستخدام المبرد المستوى فى الأغراض العامة للبرادة مع مراعاة أن المبرد المربع يستخدم لتوسيع الفتحات أو التجاويف المستطيلة والمبرد الدائرى لتوسيع التجاويف الدائرية كما يستخدم

المبرد المثلث المقطع على الزوايا الحادة والمبرد النصف دائرى لتنعيم الأوجه المنحنية للأخاديد (curved faces of grooves) أو الأسطح المقعرة. ويوضح شكل ١-٤ بعض الأسطح المختلفة والمبارد الملائمة لإجراء البرادة بها.



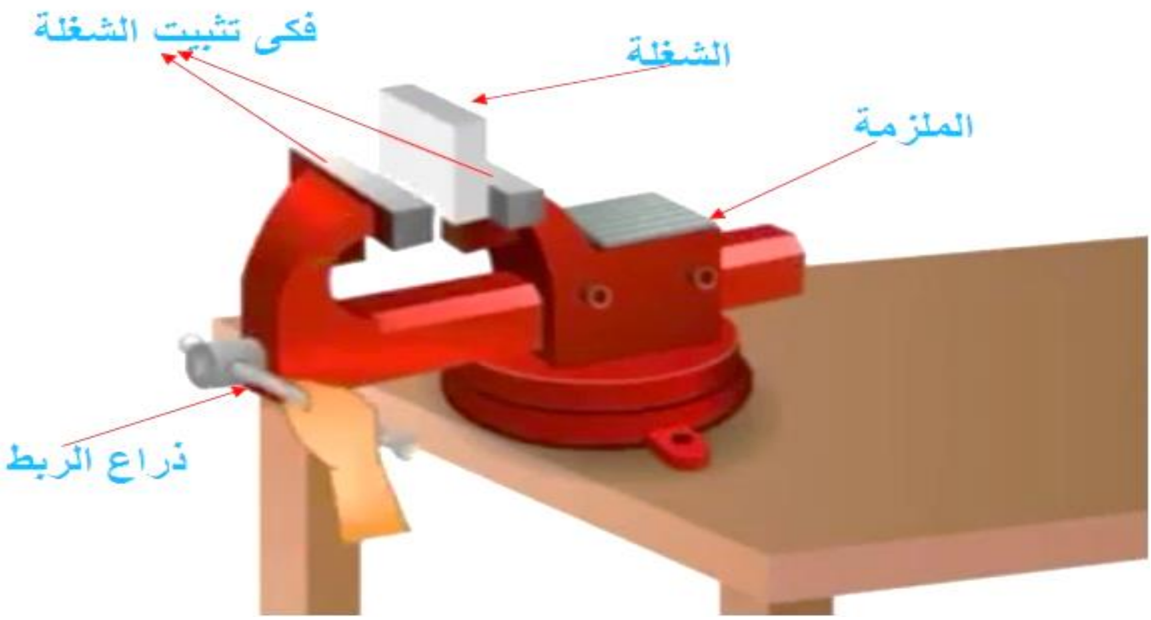
شكل ١-٤ : يوضح بعض الأسطح المختلفة والمبارد الملائمة لإجراء البرادة بها.

١-٤ طريقة تثبيت الشغلة Workpiece على الملزمة Hand Vise :

تصنع الملزمة (المنجلة) من الحديد الزهر أو الصلب المسبوك ويتحدد مقاسها بعرض فكيها من (50-200mm) والفكان يكون أحدهما ثابت ثابت والأخر متحرك وكلا الفكين يصنع من الصلب المقسى وهما متوازيان وسطحهما الملاصقان للشغلة خشنان ليكون التثبيت جيدا.

يجب أن يراعى عند تثبيت الشغلة أن تكون مثبتة بقوة كافية تمنع إهتزازها وذلك بأن تكون بارزة عن سطح فكى الملزمة بمسافة قصيرة لا تتعدى ٥:١٠ ملليمترات.

لتفادى خدش الشغلة من أسنان فكى الملزمة توضع فكوك حامية لوجهى الملزمة مصنوعة من الألومنيوم أو الخشب أو الرصاص أو الفولاذ اللين. ويوضح شكل ١-٥ تكوين الملزمة المستخدمة لتثبيت الشغلة أثناء إجراء عملية البرادة لسطحها.



شكل ١-٥ : يوضح مكونات الملزمة المستخدمة لتثبيت الشغلة.

١-٥ أساليب البرادة :

تنقسم أساليب البرادة الى نوعين اساسين هما:

أ- البرادة المستوية

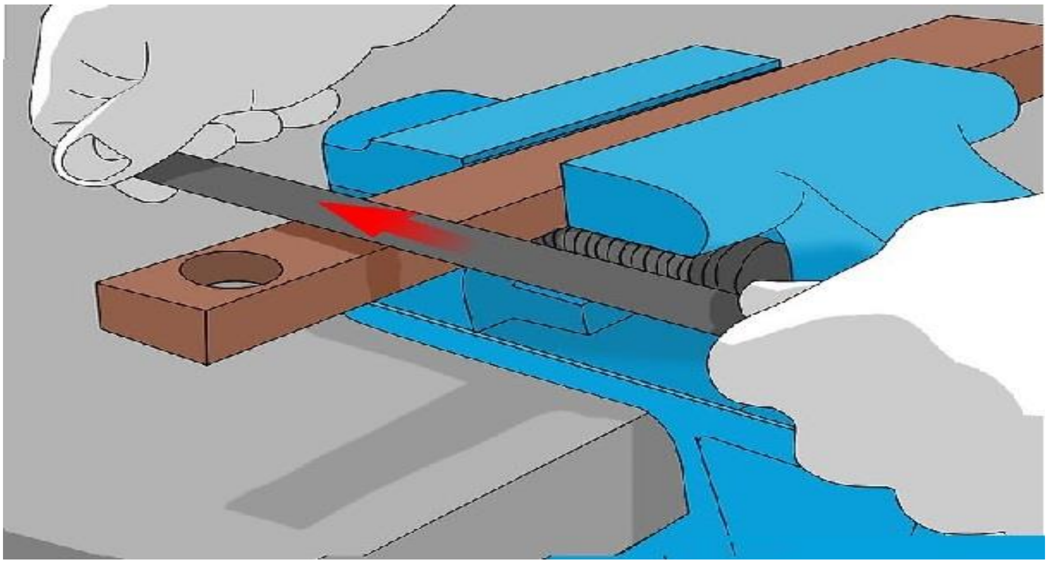
ب- البرادة المستديرة

أولا: البرادة المستوية:

هي البرادة التي تتم على الأسطح المستوية وتنقسم إلى ثلاثة أنواع هما البرادة الطولية, البرادة العرضية, البرادة المائلة.

١- البرادة الطولية :

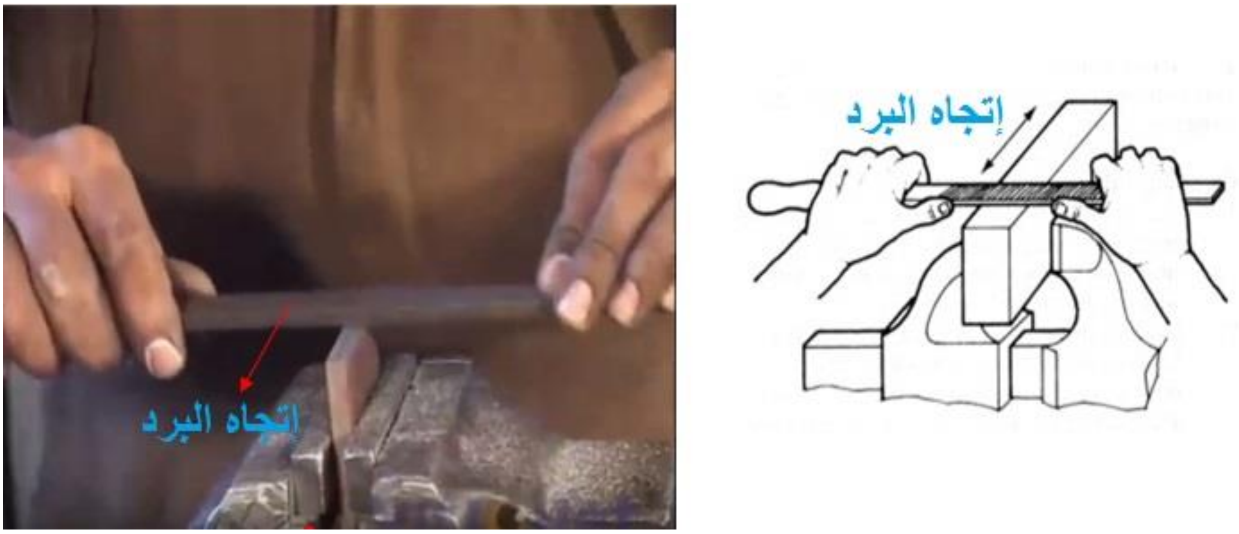
وفيها يتم دفع المبرد فى الإتجاه الطولى له أو مائلا فى إتجاه الشغلة وتكون أكثر المبارد مصممة بهذه الطريقة. ويوضح شكل ١-١١ طريقة البرادة الطولية.



شكل ١-١١ : يوضح طريقة البرادة الطولية.

٢- البرادة العرضية :

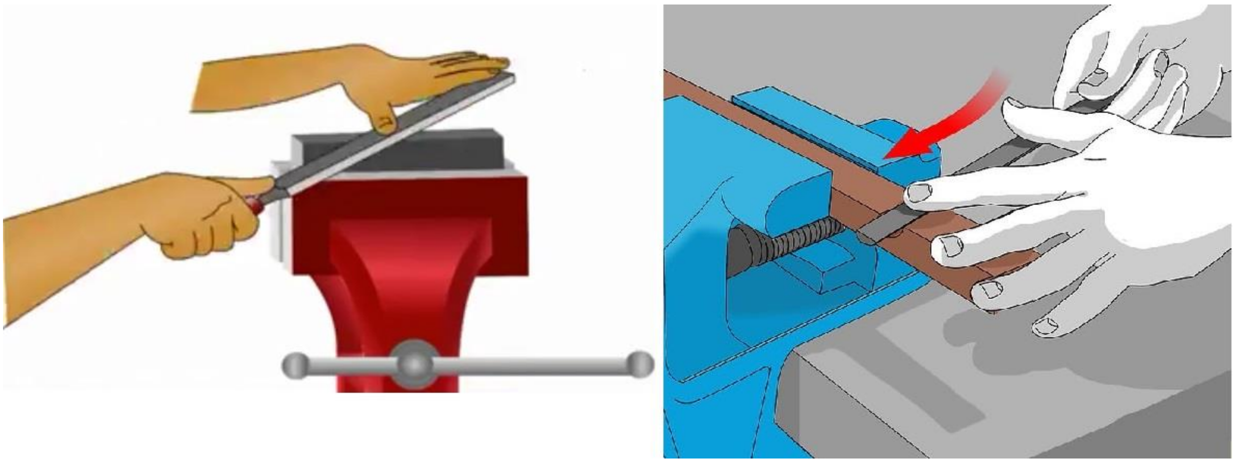
وفيها يمسك المبرد بطرفيه على الشغلة بصورة عرضية وينتج من ذلك نعومة أكثر من البرادة الطولية وخصوصا إذا أختير مبرد مناسب للشغلة. ويوضح شكل ١-١٢ طريقة البرادة العرضية



شكل ١-١٢ : يوضح طريقة البرادة العرضية.

٣- البرادة المائلة :

وفيها يسحب المبرد بصورة جانبية للحصول على كمية متساوية من الرايش. ويوضح شكل ١-١٣ طريقة البرادة المائلة.



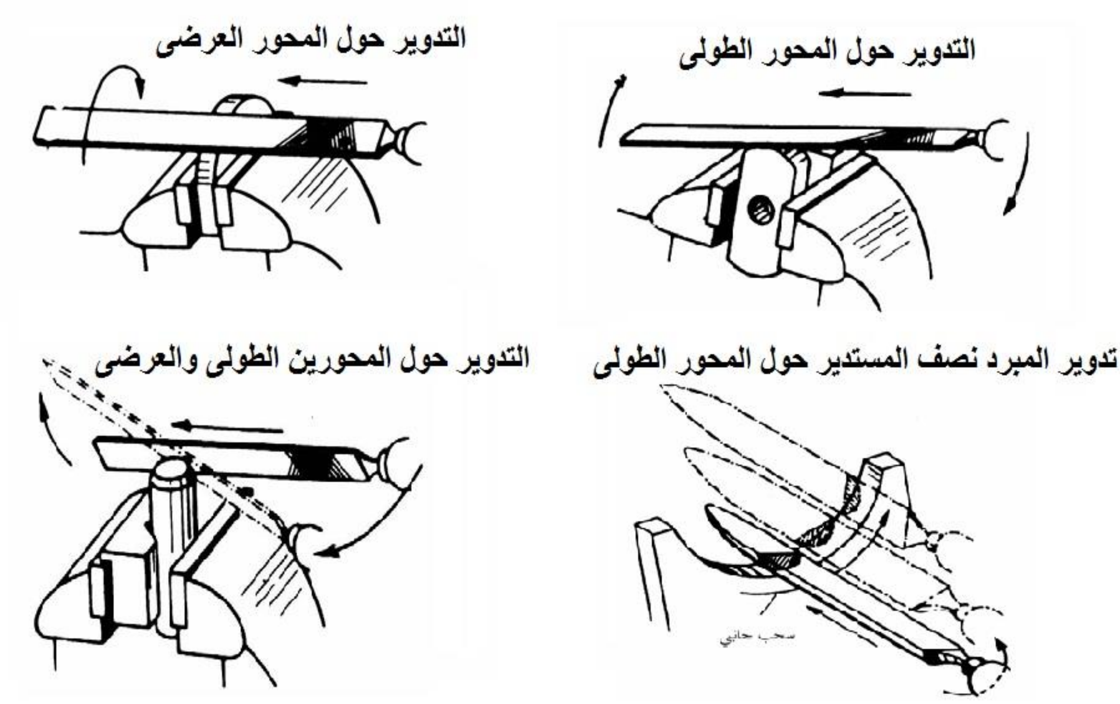
شكل ١-١٣ : يوضح طريقة البرادة المائلة.

ت- البرادة المستديرة :

- فى حالة برادة قطع العمل التى بها إستدارة (البرادة المستديرة) يجب وأن يتم توجيه المبرد بحركة قطع مطابقة لدوران أو لإستدارة قطعة العمل ويمكن الحصول على هذه الحركة بتدوير المبرد مع بقاء ضغط القطع ثابتا. ويكون تدوير المبرد بأحد الطرق التالية:

١- التدوير حول المحور الطولى.
٢- التدوير حول المحور العرضى.
٣- التدوير حول المحورين الطولى والعرضى.

أما تدوير المبارد المستديرة ونصف المستديرة فيكون غالبا فى المحور الطولى. ويوضح شكل ١-١٤ الطرق المختلفة لتدوير المبرد حول قطع العمل ذات الإستدارة.



شكل ١-١٤: الطرق المختلفة لتدوير المبرد حول قطع العمل ذات الإستدارة

١-٦ الطريقة الصحيحة للبرادة :

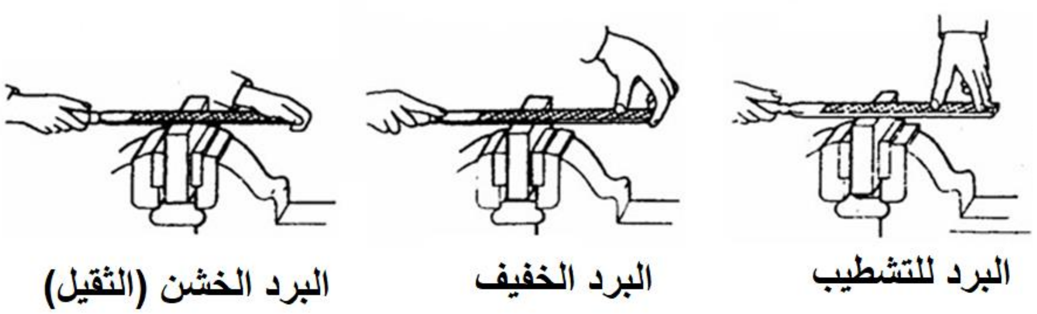
يجب أولا إختيار المبرد الملائم للغرض من البرادة سواء كانت برادة طولية, عرضية, مائلة, أو مستديرة, وعدم إستخدام مبرد بدون مقبض. كما يجب التأكد من نظافة السطح المطلوب تشغيله و التأكد من التثبيت الصحيح للشغلة (قطعة العمل). كما يجب أن يستند ثقل الجسم على القدم اليسرى والساق اليمنى تبقى مستقيمة والأقدام ثابتة. ويوضح شكل ١-٦ الوضع الصحيح للقدمين أثناء إجراء البرادة.

شكل ١-٦ : يوضح الوضع الصحيح للقدمين أثناء إجراء البرادة.

يجب الإمساك الصحيح للمبرد وذلك لضمان تحقيق نتائج مرضية وتفادى الإصابة وتقليل الجهد المبذول فيجب مسك مقبض المبرد بيده اليمنى وتقبض أصابع اليد اليسرى على طرفه الأمامى بينما تستقر نهاية الإبهام على السطح العلوى للمبرد. ويوضح شكل ١-٧ الطريقة الصحيحة للإمساك بالمبرد أثناء عمل برادة للأسطح.

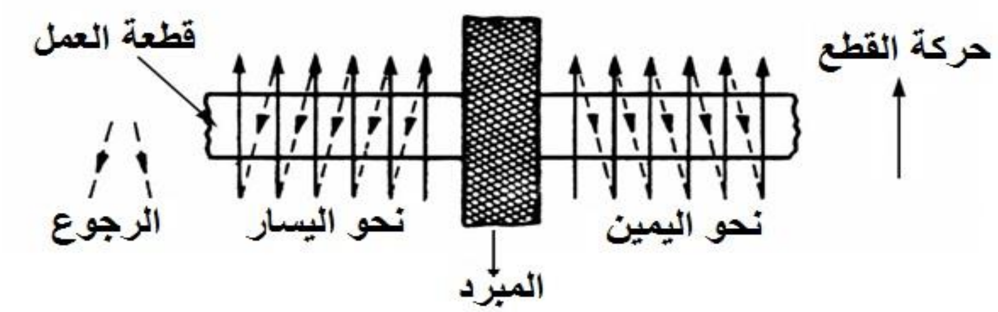
شكل ١ - ٧ : يوضح الطريقة الصحيحة للإمساك بالمبرد أثناء عمل برادة للأسطح.

ويبين شكل ١-١٠ وضع اليدين المناسب بالنسبة لكلا من مقبض المبرد ومقدمته لمختلف عمليات البرادة مثل عمليات البرادة .



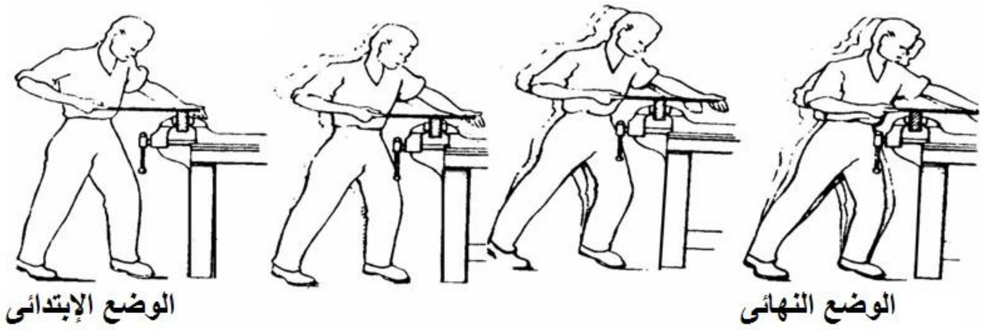
شكل ١-١٠ : يوضح الطرق الصحيحة لمسك المبرد أثناء عمليات البرادة المختلفة.

أثناء حركة القطع يجب بالضغط على المبرد عموديا على سطح قطعة العمل والضغط على المبرد إلى الأمام كما هو موضح بالأسهم السوداء فى شكل ١-٨ ونتيجة لهذا الضغط تتغلغل الأسنان فى مادة العمل وبسبب الضغط إلى الأمام تتحرك الأسنان المغروسة فى المعدن فتزيل معها شظايا المعدن (البرادة). و يراعى أن تكون حركة القطع دائما باتجاه المحور الطولى للمبرد لتحاشى تكوين الشقوق أو الحزوز, أثناء حركة الرجوع يراعى الطالب إزالة الضغط العمودى عن المبرد ويسحب المبرد للخلف كما هو موضح بالسهم فى شكل ١-٨. ويراعى أثناء حركة الرجوع أن يميل المبرد بزاوية إلى اليمين أو اليسار لتكسير الرايش العالق بين أسنان المبرد.



شكل ١-٨: يوضح كلا من حركتى القطع والرجوع أثناء عملية البرادة

فى حالة البرادة الخشنة يتم إزالة قطع شظايا كبيرة مما يتطلب ضغطا قويا وحركات مستمرة وتتحتم الإستعانة بثقل الجسم كما هو موضح بشكل ١-٩ والذى يظهر حركات الجسم للإستعانة بثقله.



شكل ١-٩ : يوضح كيفية الإستعانة بثقل الجسم أثناء البرادة

لتحريك المبرد بصورة مستقيمة يجب الضغط على طرفى المبرد بصورة متساوية. سرعة المبرد تتراوح مابين ٤٥ إلى ٥٥ مشوارا فى الدقيقة.

كيفية العناية بالمبارد :

إن عمر الحدود القاطعة لأسنان المبرد تكون قصيرة جدا لذا فإن إهمال العناية بها يؤدى إلى ضعف كفاءة المبرد وعجزه عن القطع وعند حدوث تأكل لقمم أسنان المبرد يظهر هذا التأكل للعين المجردة حيث ينعكس الضوء على سطح وجه المبرد فتظهر الأسنان المتأكله لامعة، كذلك يعجز المبرد عن القطع إن إمتلأت الفراغات الواقعة بين أسنانه بالرايش أو المواد الغريبة. ولا يتلف المبرد من سوء الإستعمال فحسب وإنما قد

يرجع سبب التلف إلى تعرض قمم أسنان المبرد للكسر أو للتأكسد نتيجة الإهمال فى الحفاظ عليه. وفيما يلى بعض الإعتبارات الواجب مراعاتها للمحافظة على جودة المبرد:-

أ- العناية بالمبرد عند إستعماله:

١- يجب تنظيف المبارد من الرايش والمواد الغريبة العالقة بها والمحشورة بين الأسنان بإستعمال فرشاة سلك.
٢- يجب مراعاة عدم الطرق على المبرد بالمطرقة أة بأى شىء حاد للحفاظ على سلامة أسنان المبرد.
٣- تستعمل المبارد الجديدة فى تشغيل السطوح العريضة الواسعة ، والمبارد القديمة فى تشغيل السطوح الضيقة.
٤- تستخدم المبارد الجديدة فى تسوية سطوح المعادن الرخوة نسبيا والسهلة القطع.

ب- العناية بالمبرد عند تخزينه:

١- يجب أن لا تكدس المبارد فى صناديق أو أوعية من دون ترتيب حتى لا تتعرض أسنانها الدقيقة للكسر ، كما يجب حفظها مغلقة ووضعها مرتبة برفق فى أماكن مناسبة.
٢- يجب تنظيف المبرد قبل تخزينه وتغطيته بطبقة رقيقة من الزيت عند التخزين لفترات طويلة.

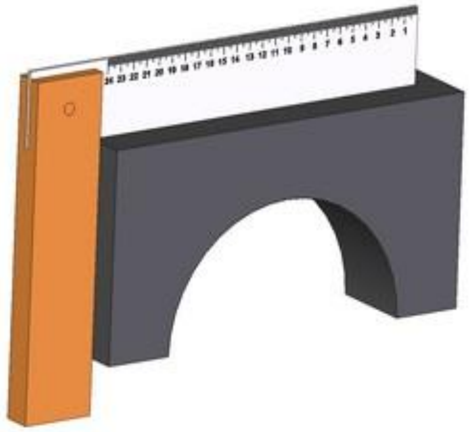
فحص قطعة العمل:

يجب التحقق أو التأكد من مدى مطابقة مواصفات الأسطح التى تم إنجازها بالبرداة للمواصفات المطلوبة. وأهم المواصفات أو الخصائص التى يتم فحصها هى :-

أ- **الإستوائية Flatness :** حيث يتم إستخدام حافة المسطرة لفحص إستوائية السطح المبرود عن طريق ملاحظة الشق الضوئى بين السطح وحافة المسطرة كما هو موضح بشكل ١-١٥

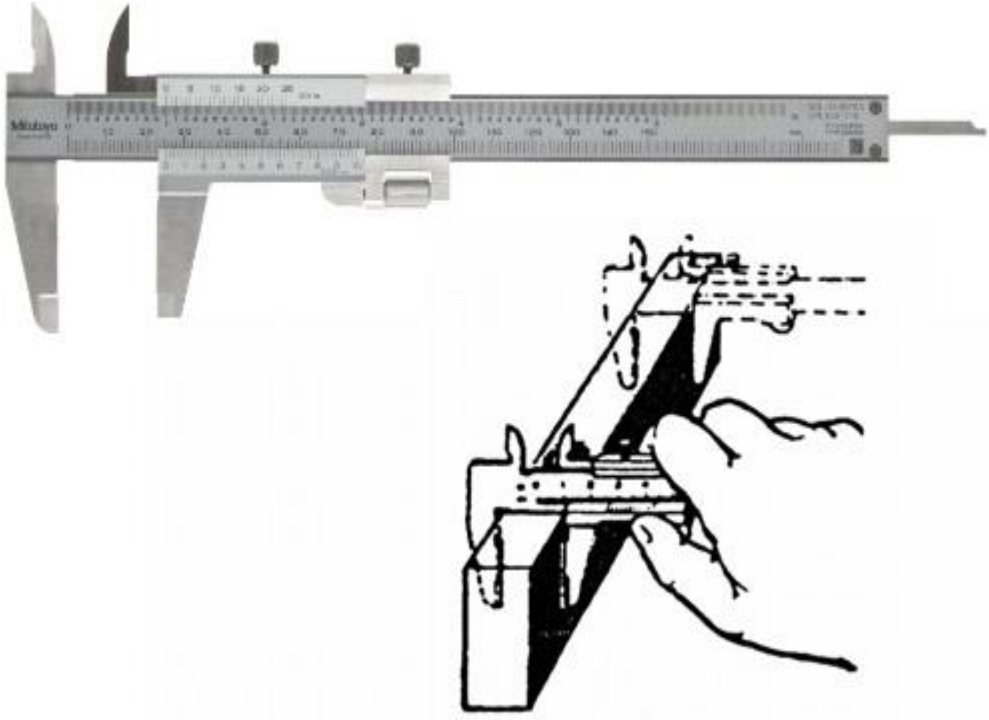
شكل ١-١٥ : قياس إستوائية السطح باستخدام حافة المسطرة.

ب- **التعامدية Perpendicularity :** حيث يتم إستخدام الزاوية القائمة لفحص تعامدية السطوح ومراقبة الشق الضوئى كما فى شكل ١-١٦.



شكل ١-١٦ : إستخدام الزاوية القائمة لقياس تعامدية الأسطح.

ت- **التوازى Parallelism :** حيث تفحص موازاة الأسطح المتقابلة بواسطة فكى القدمة ذات الورنية (الكليبر) كما فى شكل ١-١٧.



شكل ١-١٧ : يوضح قياس توازي الأسطح باستخدام فكر الكليبر.

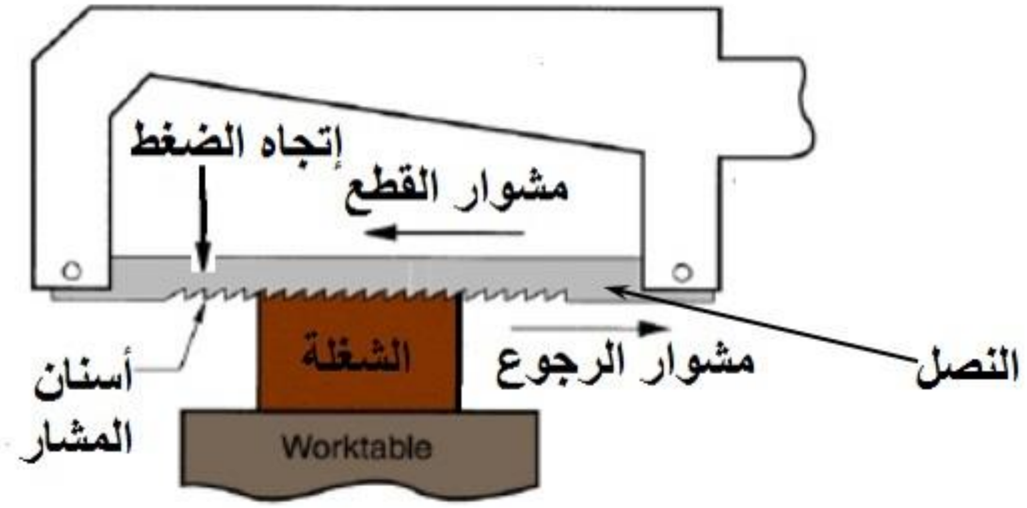
ث- **الأبعاد والزوايا Dimensions and Angles :** حيث تقاس الأبعاد باستخدام الكليبر وتستخدم المنقلة لفحص دقة الزوايا كما في شكل ١-١٨.

عمليات النشر Sawing

عادة ما تستخدم عمليات النشر في تشغيل و تشكيل المعادن داخل الورش لقطع القضبان المعدنية بأشكالها المختلفة وتستخدم لأداء هذه المهمة أنواع مختلفة من المناشير.

- **عملية النشر Sawing :**

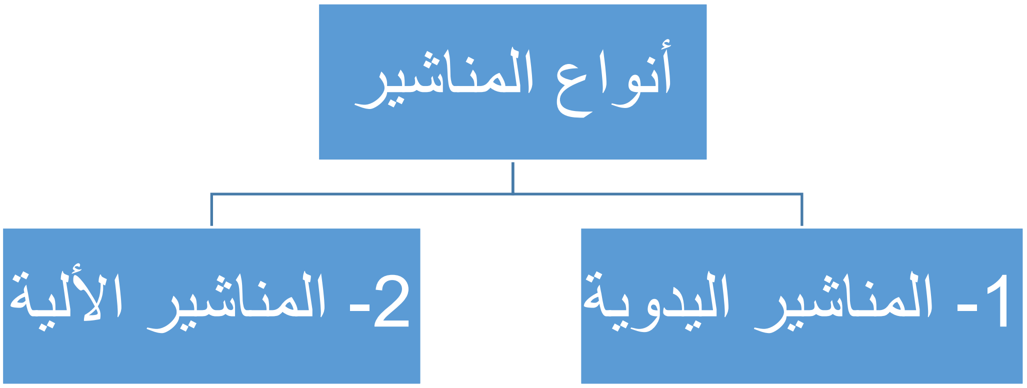
هى عملية فصل جزء من المعدن بواسطة إستخدام نصل (حد القطع) ذو أسنان حادة ومتتابعة مثبت بين فكى أداة النشر(المنشار) ويكون ذلك بوضع النصل فوق خط القطع الذى يفصل باقى قطعة العمل عن الجزء المراد فصله عنها وتحريكه ذهابا وإيابا مع الضغط كما فى شكل ٢-١.



شكل ٢-١ : يوضح عملية النشر.

- **أنواع المناشير :**

المنشار هو الأداة المستخدمة لإجراء عملية النشر لقطعة العمل أيا كانت المادة المصنوعة منها. وتنقسم المناشير إلى نوعين رئيسين كما هو موضح بالشكل ٢-٢ :-

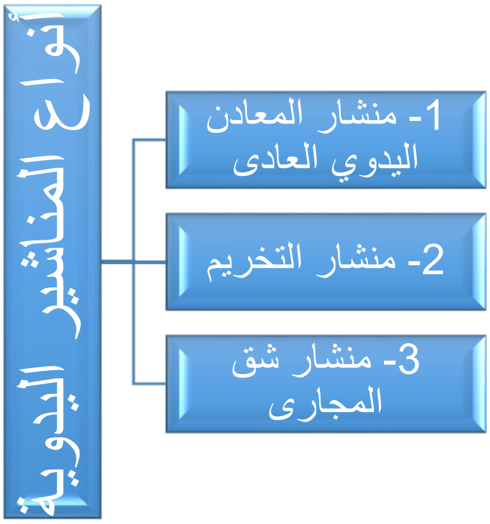


شكل ٢-٢ : يوضح أنواع المناشير

وتختلف كلا من المناشير اليدوية والألية من حيث صورها والتطبيقات المستخدمة بها وطريقة عملها. وفيما يلى سنتناول كل نوع منهما بشيء من التفصيل :-

١- المناشير اليدوية Hand Saw

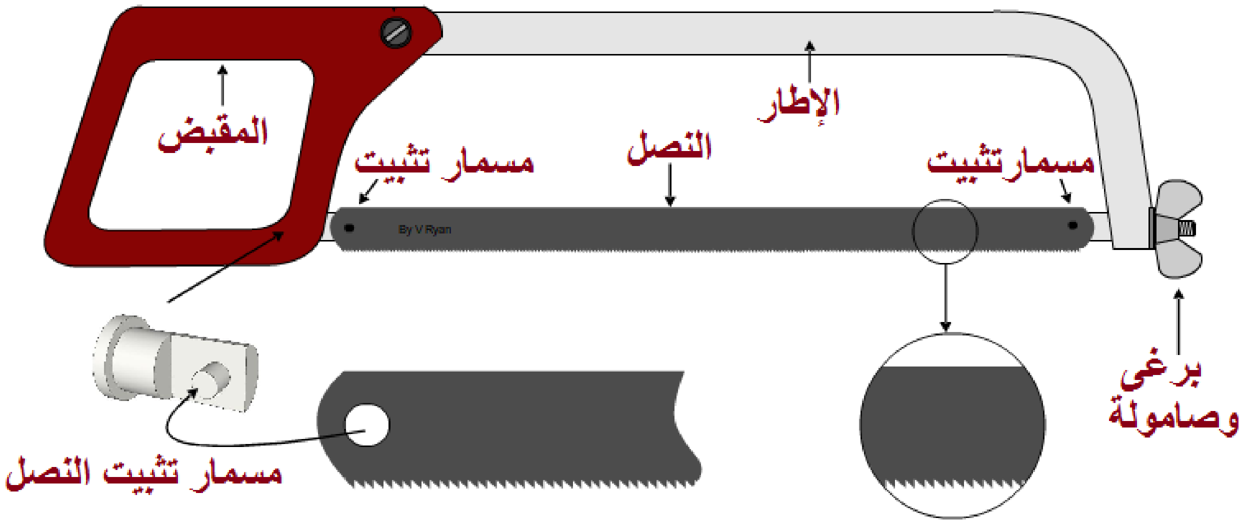
يعد المنشار اليدوى النوع الأكثر شهرة وإنشارا داخل الورش نظرا لصغر حجمه وسعره الرخيص ، ويستخدم المنشار اليدوى لنشر قطع العمل المصنوعة من المعدن (أو الخشب) ذات الحجم الصغير نسبيا بمختلف مقاطعها سواء كانت مصمتة أو مفرغة ، وتوجد ثلاثة أنواع من المناشير اليدوية كما هو موضح بشكل ٢-٣



شكل ٢-٣ : أنواع المناشير اليدوية.

١- منشار المعادن اليدوى العادى Hachsaw:

يوضح شكل ٢-٤ الأجزاء الرئيسية لمنشار المعادن اليدوى العادى حيث يتكون من إطار خارجى مقوس الشكل مصنوع من الفولاذ منخفض الصلادة يحمل بين فكيه النصل أو حد القطع الذى يحتوى على أسنان القطع الحادة ومثبت على طرف الفك الخارجى له برغى وصامولة لضبط وإحكام شد النصل ومثبت على الطرف الأخر المقبض والذى عادة مايكون من الخشب أو اللدائن البلاستيكية. وسوف نتناول كلا من إطار المنشار ونصله بشيء من التفصيل :-



شكل ٢-٤ : يوضح الأجزاء الرئيسية لمنشار المعادن اليدوى.

أ- الإطار Fram :

نوعين من الإطارات لمنشار المعادن اليدوى و هما الإطار ثابت الطول ويستخدم معه نصل محدد الطول أما النوع الثانى من الإطارات فهو الإطار ذو إمكانية تغيير الطول عن طريق مسمار ويستخدم فى هذا النوع نصل غير محدد الطول. ويوضح شكل ٢-٥ كلا النوعين من الإطارات.

شكل ٢-٥ : يوضح منشار المعادن اليدوى ذو الإطارين ثابت ومتغير الطول.

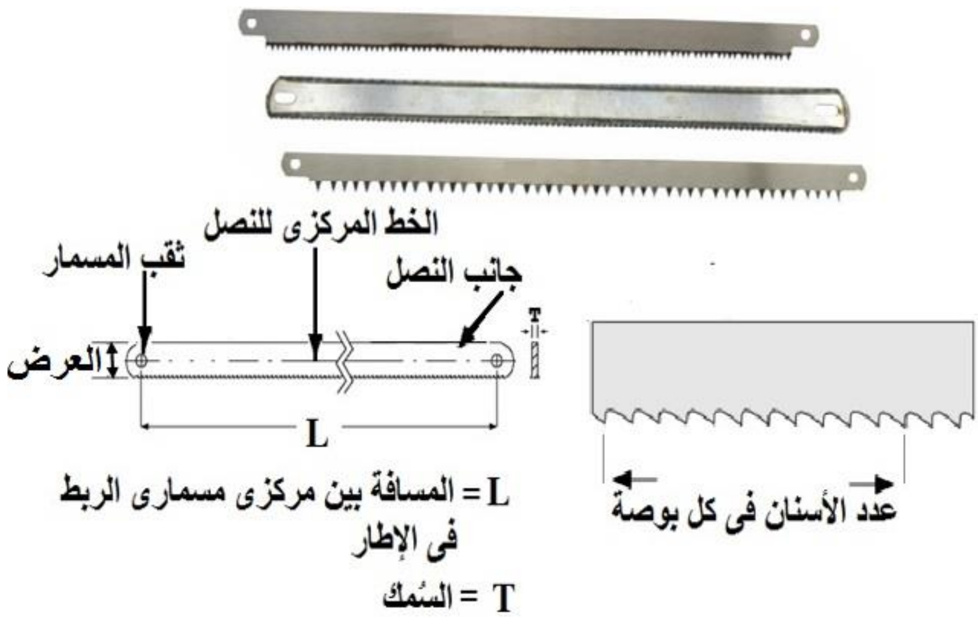
ب- نصل المنشار Blade :

وهو الجزء الحاد فى المنشار حيث يحتوى على مجموعة من الأسنان الحادة والمتتابعة وعادة ما تصنع من أحد معدنين وهما إما الفولاذ عالى الكربون High Carbon Steel أو صلب السرعات العالية High Speed Steel وكلاهما يخضعان لعملية تقسية حتى يصبح النصل أكثر مقاومة للتأكل أو البرى مما يطيل من العمر التشغيلى للنصل ويزيد من كفائته. ويتوفر نصل النشر بمواصفات مختلفة تتعلق بالمقاس وزاوية الحد القاطع وعدد وإتجاه الأسنان...إلخ. ويوضح شكل ٢-٦ نصل المنشار وأبعاده. حيث عادة ماتكون أبعاد نصل المنشار كالتالى:

الطول : وعادة يتوفر النصل بأطوال ٢٠٠ مم ، ٢٥٠ مم ، ٣٠٠ مم.

العرض : عادة مايكون ١٢ مم ، ١٦ مم.

السمك : عادة مايكون ٠,٦ مم ، ٠,٨ مم.



شكل ٢-٦ : يوضح أبعاد نصل المنشار.

ويجب التنويه هنا على أن عدد أسنان القطع الموجودة فى نصل المنشار يحدد الإستخدام الأمثل للمنشار حيث أنه كلما كان عدد الأسنان الموجودة فى البوصة الواحدة من النصل Teeth Per Inch (TPI) أقل كلما كانت الفجوة بين أسنان المنشار أكبر وبالتالى كانت السنة أكبرمما يسمح بإزالة كمية أكبر من الرايش فى كل مشوار قطع وبالتالى زمن قطع أقل. وكلما كان عدد الأسنان الموجودة فى البوصة الواحدة من النصل أكبر كلما كانت الفجوة بين الأسنان أقل وكان حجم السنة أصغر مما يسمح بإزالة طبقة أرفع أو أرق من الرايش دون أن يعلق النصل فى جسم قطعة العمل.ويوضح جدول ٢-١ التطبيق المناسب لكل نصل طبقا لعدد الأسنان الموجودة به. وتعرف المسافة بين حدين قاطعين أى سنين متتابعين بالخطوة Pitch.أحيانا يكون النصل مسننا من الجهتين ويسمى النصل ذو الصف المزدوج من الأسنان.

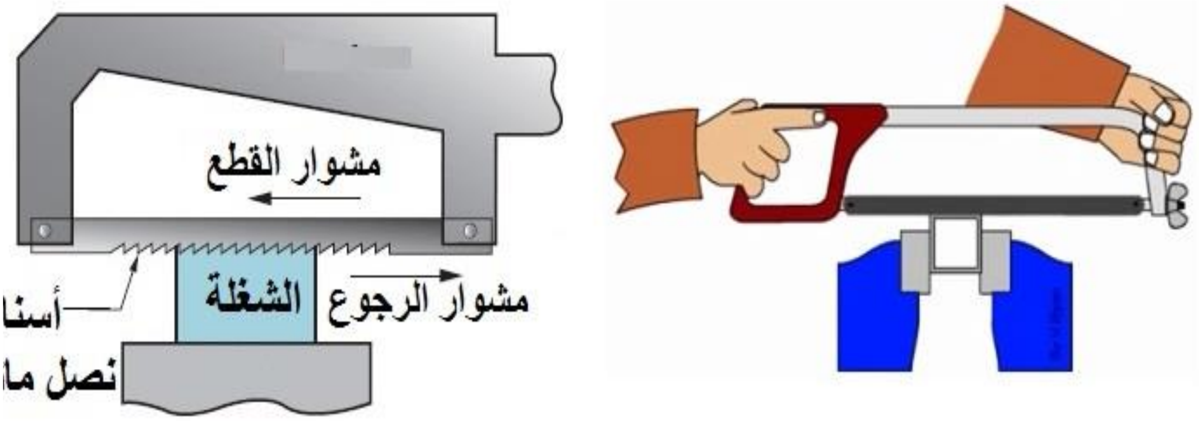
تصنيف النصل	عدد الأسنان الموجودة فى البوصة الواحدة من النصل Teeth Per Inch (TPI)	الإستخدام الأمثل
Rough خشن	14-18 TPI	**قطع العمل ذات سمك من ثمن إلى نصف بوصة (3.2-12.7 mm) والمصنوعة من الفولاذ-حديد التسليح-الإستانليستيل-الألومونيوم-النحاس الأصفر-البلاستيك.**
Medium وسط	24 TPI	**قطع العمل ذات سمك (2.4-7.9 mm) والمصنوعة من الفولاذ-الإستانليستيل-الألومونيوم-النحاس الأصفر والأنابيب ذات المقاطع المختلفة.**
Smoothناعم	32 TPI	**قطع العمل ذات سمك حتى (3.2 mm) والمصنوعة من الفولاذ-الإستانليستيل-الألومونيوم-النحاس الأحمر والأصفر والأنابيب ذات المقاطع المختلفة.**

جدول ٢-١ : يوضح التطبيق المناسب لكل نصل طبقا لعدد الأسنان الموجودة به.

طرق تثبيت النصل :

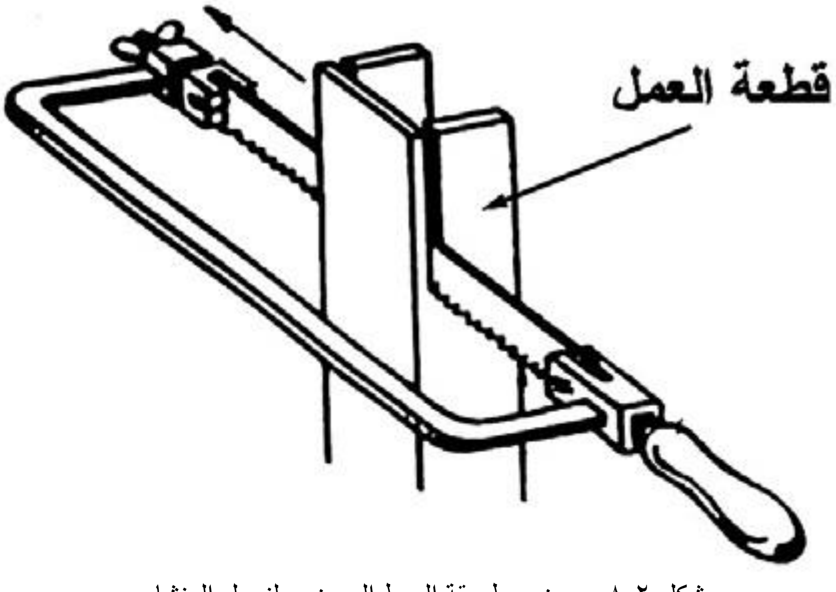
هناك طريقتين لتثبيت أو ربط النصل بالمنشار وهما :

١- الربط القائم : وفيها يربط النصل بحيث يكون عرضه متعامدا مع المستوى الأفقى كما عو موضح بشكل ٢-٧ وتستخدم هذه الطريقة عندما يكون عمق القطع أو سماكة المعدن المراد نشره أقل من إرتفاع هيكل المنشار ويراعى أن تكون أسنان النصل مائلة عكس إتجاه المقبض وحركة القطع.



شكل ٢-٧ : يوضح طريقة الربط القائم لنصل المنشار.

٢- الربط العرضى : وفيها يربط النصل بحيث يكون عرضه موازيا للمستوى الأفقى وتستخدم هذه الطريقة عندما يكون عمق النشر أكبر من إرتفاع الهيكل كما هو موضح بشكل ٢-٨.



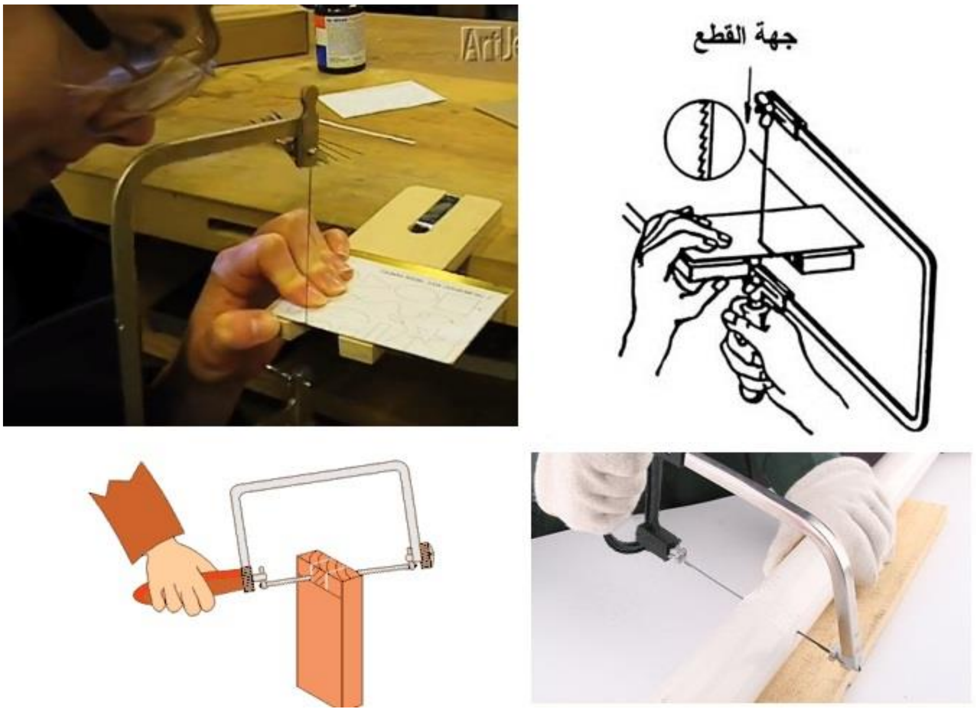
شكل ٢-٨ : يوضح طريقة الربط العرضى لنصل المنشار.

٢- منشار التخريم Coping Saw :

- يوضح شكل ٢-٩ نوعى منشار التخريم اليدوى (منشار الأركت) والذى يستخدم فى تشكيل المقاطع الداخلية البسيطة فى المعادن اللينة كالألومنيوم ويغلب إستعماله فى نشر الصفائح المعدنية.
- ويتم تثبيت أو ربط النصل فى إطار المنشار بواسطة مسامير فولاذية تثبت فى النصل توضع فى ثقوب خاصة فى الإطار ، ويتم التركيب بشد طرفى النصل بين فكى الإطار ثم تنزل مسامير تثبيت النصل بالثقوب الخاصة بها بسهولة.

- أما بالنسبة لحركة القطع فيتم تثبيت قطعة العمل كما بشكل ٢-١٠ وتكون أسنان النصل مائلة لأسفل وبذلك تكون حركة القطع إلى الجهة السفلى ليكون ضغط القطع خفيفا بتأثير السحب وليس الضغط والذى قد يتسبب بكسر النصل بسهولة.

شكل ٢-٩ يوضح كلا من نوعى منشار التخريم اليدوى.



شكل ٢-١٠ : يوضح عملية نشر قطع مختلفة باستخدام منشار التخريم اليدوى.

٣- منشار شق المجارى :

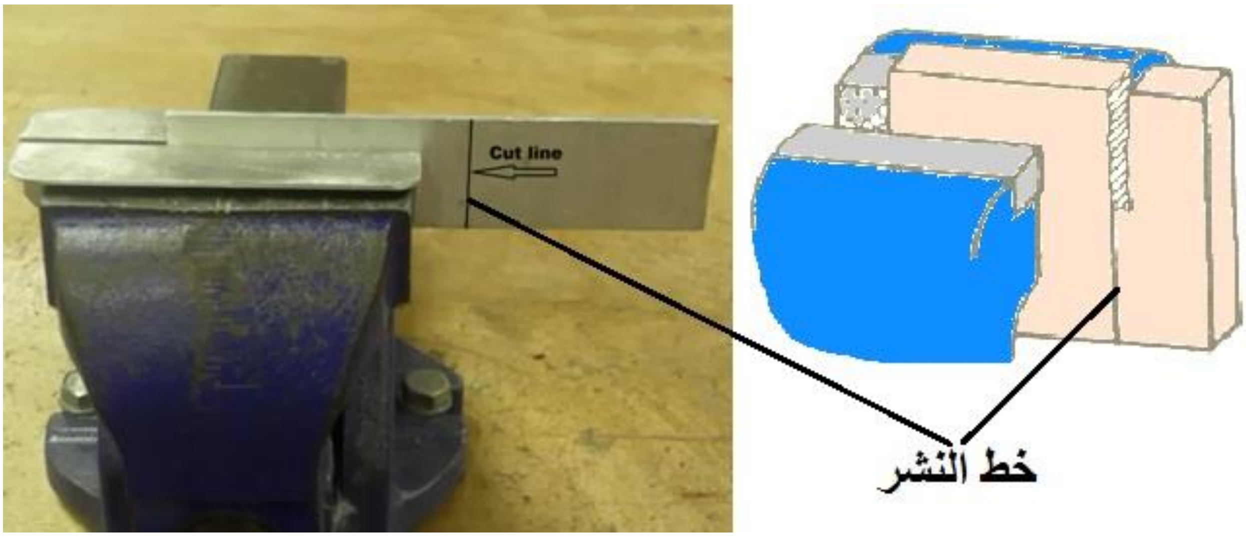
يوضح شكل ٢-١١ صورة منشار شق المجارى والذى يستخدم لنشر المجارى الضيقة.

شكل ٢-١١: يوضح صورة منشار شق المجارى.

كيفية النشر :

أولا كيفية ربط قطع العمل :

عند ربط قطع العمل على الملزمة يجب مراعاة أن يكون الربط قريبا من خط النشر كما هو موضح بشكل ٢-١٢ لضمان ثبات وإتزان قطعة العمل أثناء النشر كما يجب مراعاة أن يكون خط النشر رئسيا ولضمان ذلك يمكن إستخدام الزاوية القائمة كما هو موضح بشكل ٢-١٣ ، و يجب التأكد من عدم وجود أى معوقات تعيق حركة النشر .

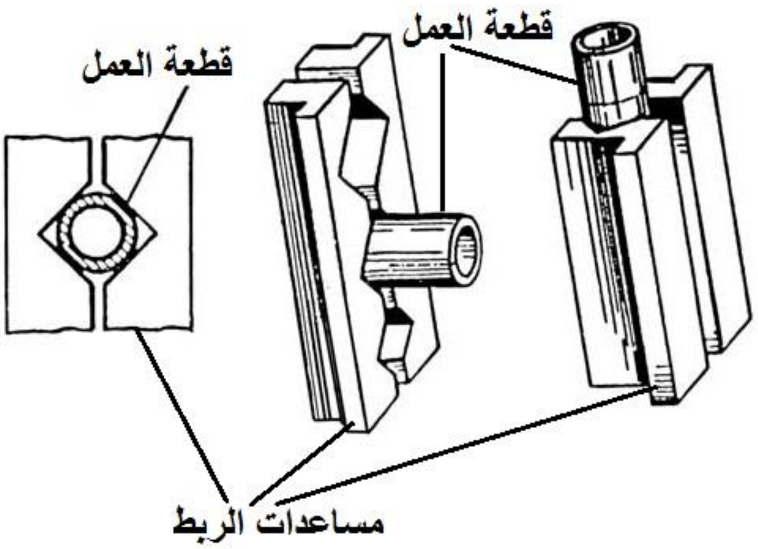


شكل ٢-١٢ : يوضح قرب خط النشر من موضع الربط.

شكل ٢-١٣ : يوضح إستخدام الزاوية القائمة لضمان أن يكون خط النشر رئسيا.

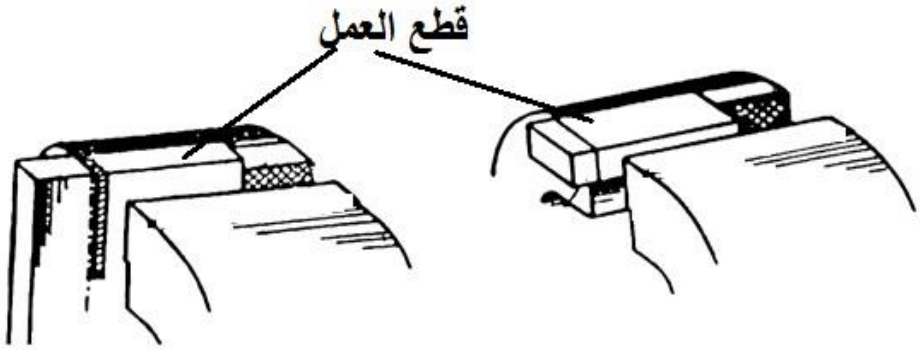
وتتحدد طريقة ربط قطع العمل على الملزمة تبعا لشكل القطعة كالأتى :-

١- عند ربط قطع العمل المستديرة على ملزمة الطاولة يجب إستعمال مساعدات الربط كما فى شكل ٢-١٤ والتى تثبت بداخلها قطع العمل ثم يربطا معا فى ملزمة الطاولة.

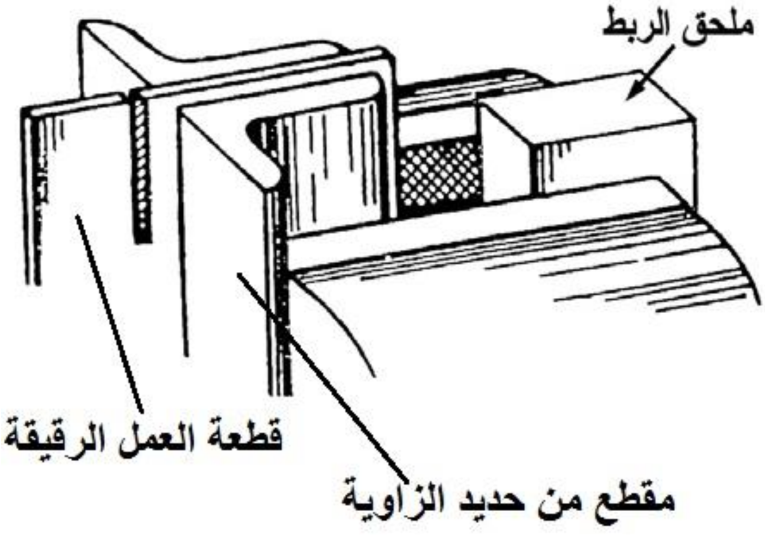


شكل ٢-١٤ : يوضح مساعدات ربط قطع العمل المستديرة.

٢- يمكن ربط قطع العمل المسطحة أو ذات السطوح المتوازية على الملزمة دون الحاجة إلى مساعدات ربط كما هو موضح بشكل ٢-١٥. بينما عند ربط قطع العمل الرقيقة يتوجب إستخدام مساعدات ربط حيث يتم الإستعانة بمقاطع من حديد الزاوية كما هو موضح بشكل ٢-١٦ حتى نتمكن من ربط القطعة على الملزمة بإحكام دون إحداث أى تشوه بها مع ملاحظة وضع ملحق الربط فى الملزمة لضمان إحكام الربط.



شكل ٢-١٥ : ربط قطع العمل المتوازية.



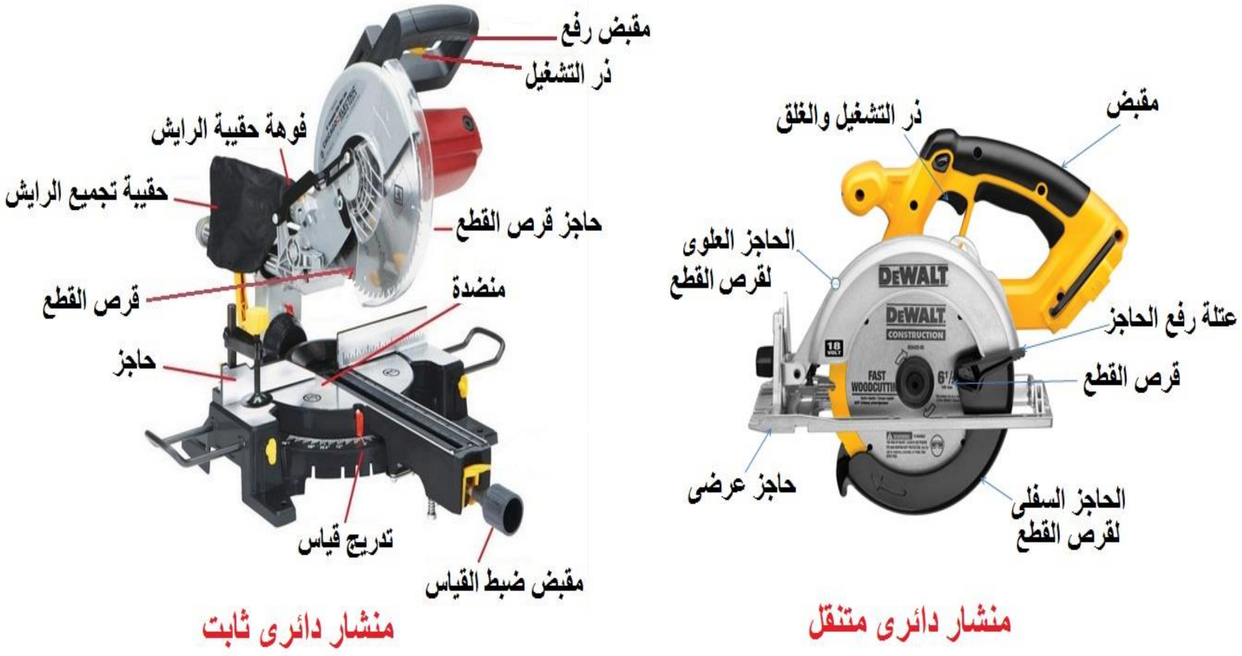
شكل ٢-١٦ : يوضح مساعدات ربط القطع الرقيقة.

٢- المناشير الألية

نظرا للتطور الصناعى الكبير فى الأونة الأخيرة والحاجة إلى زيادة الإنتاج وتسهيل عمليات النشر على العامل ظهر نوع جديد من المناشير وهو المناشير الألية والتى تعتمد فى حركتها على محرك وليس طاقة الإنسان وتختلف هذه المناشير الألية فيما بينها من حيث الشكل والتصميم والإستخدام وفيما يلى سنتعرض لبعض أنواع هذه المناشير الألية :-

أ- المنشار الدائرى(منشار الصينية) Circular Saw :

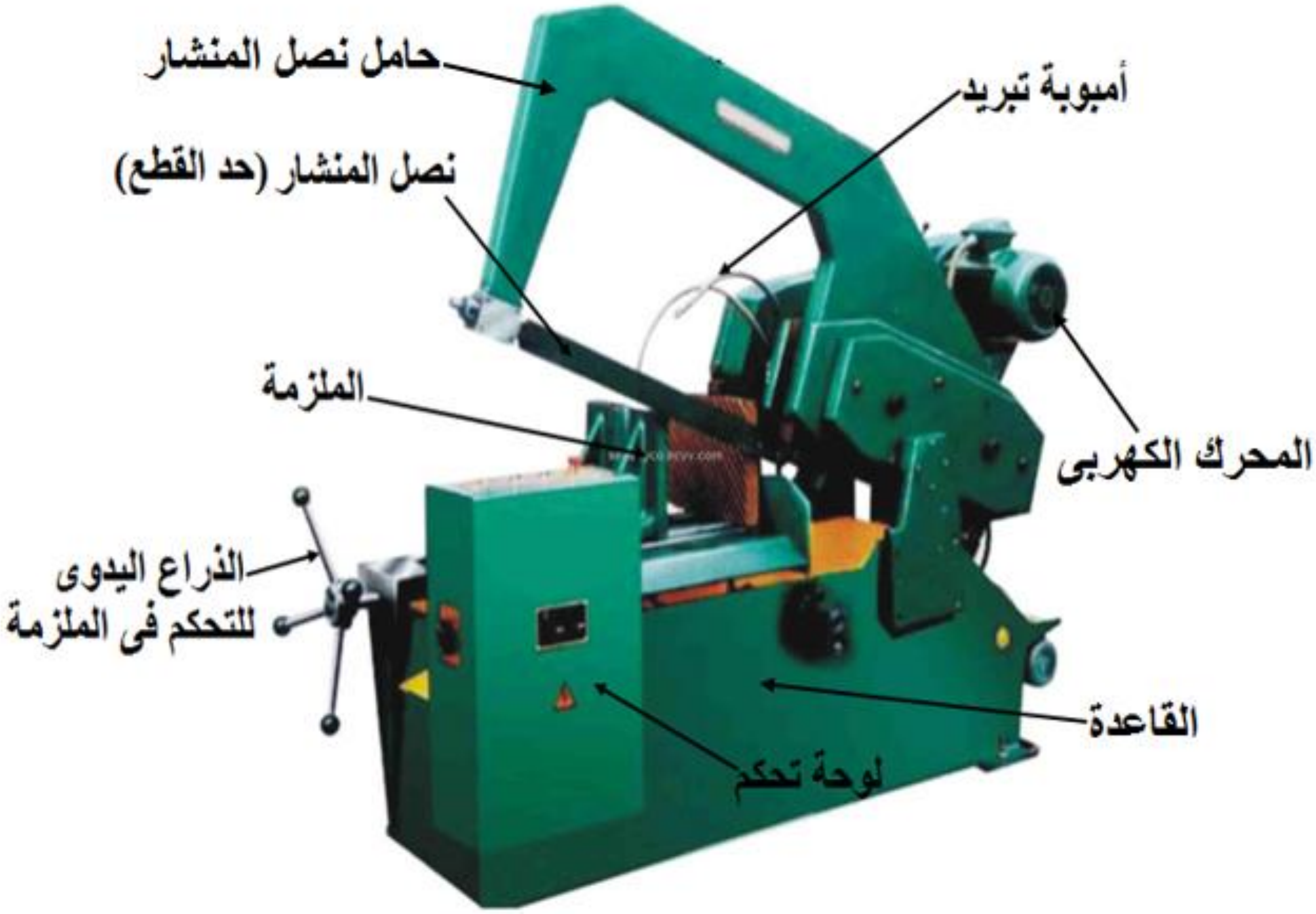
يحتوى هذا النوع على قرص قطع دائرى الشكل Blade يستمد حركته الدورانية من محرك كهربى حيث تنتج حركة القطع من دوران قرص القطع (الصينية) ونظرا لخطورة هذه الألة يستخدم حاجز وقاية يغطى صينية ولا يسمح أبدا باستعمال المنشار بدون وجود هذا الحاجز ، ويتراوح قطر قرص القطع بين ٥٠-٣١٥ مم بينما سمكها فيكون بين ٠,٥-٦ مم ، ويستخدم هذا النوع من المناشير لنشر المقاطع المعدنية بإختلاف أشكالها (المربعة والمعينة والدائرية ....إلخ) ، ويوضح شكل ٢-٢٥ نوعي المنشار الدائرى المتنقل و الثابت.



شكل ٢-٢٥ : يوضح المنشار الدائرى المتنقل والثابت.

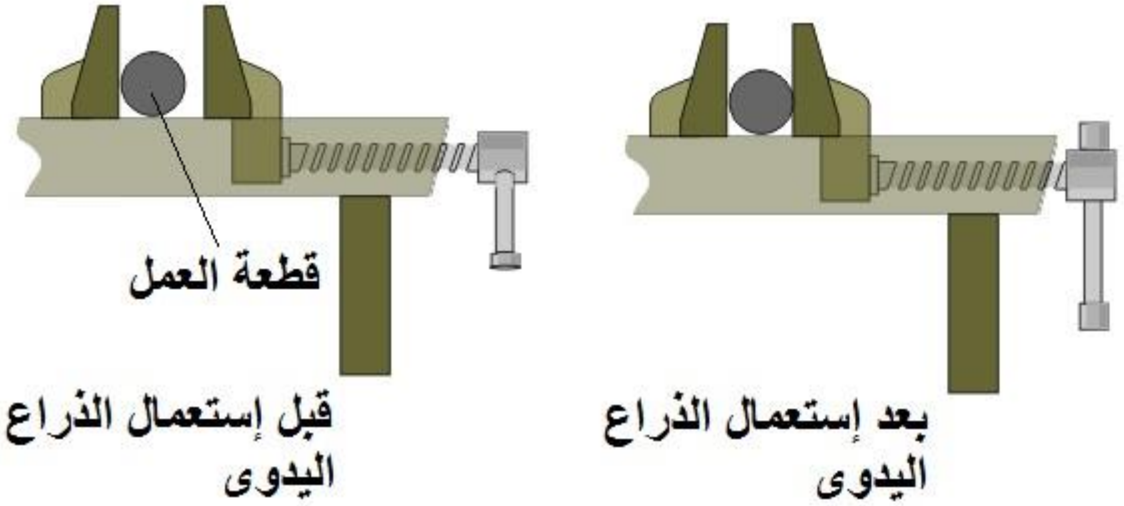
ب- المنشار الترددى الألى "Reciprocating saw" The power Hacksaw :

- وهو المنشار الأكثر إنتشارا وإستخداما فى كل المصانع والورش الميكانيكية حيث أنه يستخدم لقطع الأحجام الكبيرة من المعادن والتى يحتاج قطعها بالمنشار التقليدى إلى وقت وجهد كبيرين وقد لا نحصل فى النهاية على نفس دقة القطع التى نحصل عليها من المنشار الترددى الألى ، ويوضح شكل ٢-٢٦ المكونات الأساسية للمنشار الترددى الألى وهى كالتالى :-



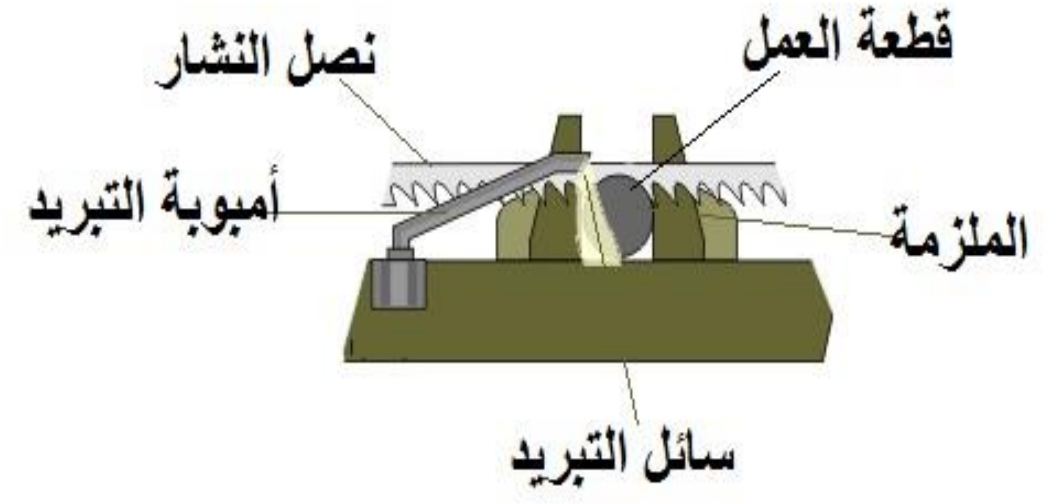
شكل ٢-٢٦ : المكونات الأساسية للمنشار الترددى الألى.

- **المحرك الكهربى :** وهو المحرك المسئول عن تحويل الطاقة الكهربائية إلى حركة دورانية ليتم تحويلها بعد ذلك عبر نظام معين إلى حركة ترددية لتحريك نصل النشر.
- **القاعدة :** وتصنع عادة من الحديد الزهر لقدرته العالية على إمتصاص التذبذبات والإهتزازات الناتجة عن عملية النشروتوجد بداخلها الأجزاء الداخلية للماكينة كما أنها تحتوى على مضخة وخزان سائل التبريد.
- **الملزمة :** وهى الأداة المستخدمة لربط وتثبيت قطع العمل أثناء عملية النشر ويتم ذلم باستخدام الذراع اليدوى كما هو موضح بشكل ٢-٢٧.



شكل ٢-٢٧ يوضح تثبيت قطعة العمل باستخدام الذراع اليدوى للمنجلة.

➢ **أمبوبة التبريد :** أثناء عملية النشر ترتفع درجة حرارة المعدن وخصوصا نصل المنشار بسرعة لذلك يتوجب تبريد النصل للحفاظ عليه من التلف ويتم ذلك برشه بسائل تبريد Coolant عن طريق أمبوبة التبريد وهى الأمبوبة المسئولة عن رش وتوجيه سائل التبريد إلى منطقة النشر لخفض درجة حرارة النصل والحفاظ عليه كما هو موضح بشكل ٢ـ٢٨.



شكل ٢ـ٢٨ : يوضح كيفية تبريد نصل المنشار باستخدام أمبوب التبريد.

➢ **نصل النشر :** وهو سلاح المنشار المسئول عن القطع ، ويصنع نصل المنشار الترددى من أكثر من مادة حيث يمكن أن يصنع من الكربيد Carbide أو ألياف الكربون Carbon Fiber أو صلب السرعات العالية High Speed Steel وهى المادة أكثر إستخداما فى تصنيع النصل حيث أنها تجمع بين الجودة العالية والسعر الرخيص ويوضح جدول ٢-١ بعض مواصفات نصل المنشار الترددى المتاحة فى الأسواق والتى يمكن من خلالها أن نستنبط متوسط لأبعاد النصل والتى تختلف من شركة لأخرى.

الأبعاد (الطول × العرض × السمك)		عدد الأسنان فى البوصة الواحدة TPI
المليمتر	البوصة	
300 x 25 x 1.25	12 x 1 x 0.050	14 -10
400 x 25 x 1.25	16 x 1 x 0.050	14 - 10 - 6
500 x 40 x 2.00	20 x 1 1/2 x0.08	4 – 6- 10
550 x 40 x 2.00	22 x 1 1/2 x 0.08	4 – 6
600 x 50 x 2.00	24 x 2 x 0.080	4 – 6
900 x 50 x 2.50	36 x 2 x 0.100	4 – 6

جدول ٢-١ : بعض مواصفات نصل المنشار الترددى المتاحة فى الأسواق.

➢ **لوحة التحكم :** و هى اللوحة المسئولة عن التحكم فى أداء الماكينة و خصائص عملية القطع.

- ويوجد نوعين من المنشار الترددى الألى و هما المنشار الترددى الألى الميكانيكى والمنشار الترددى الهيدروليكى ، ويختلف المنشار الترددى الهيدروليكى عن الميكانيكى من حيث حركة تنزيل ورفع نصل المنشار حيث تتم بواسطة ضغط الزيت الهيدروليكى ويزداد هذا الضغط ويقل حسب نوع المعدن المراد نشره. ويستطيع العامل التحكم بالضغط عن طريق ذراع التحكم موجود أو مثبت فى إطار هيكل المنشار من الخارج. ويفضل عند بداية التشغيل أن يكون حامل نصل المنشار بعيد نسبيا عن سطح الشغلة (قطعة العمل) حتى لا يتسبب ذلك فى إنكسار النصل بحيث يتم نزول النصل تدريجيا إلى أن يبدأ القطع. ويوضح شكل ٢-٢٩ صورة للمنشار الترددى الهيدروليكى.

شكل ٢-٢٩ : يوضح صورة للمنشار الترددى الهيدروليكى.

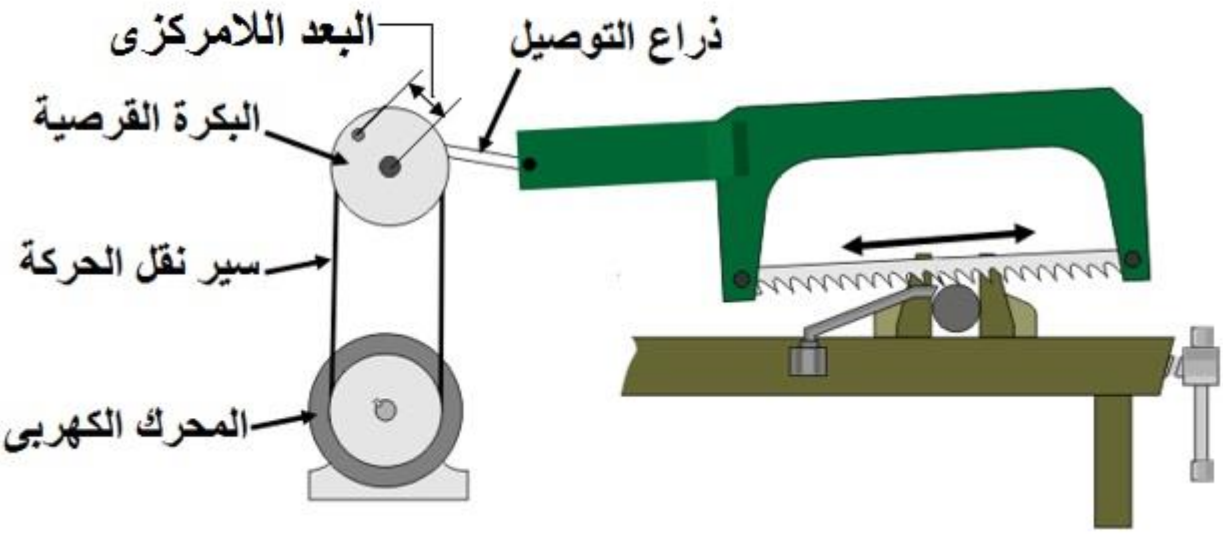
ألية عمل المنشار الترددى الألى :

- وتنتج حركة القطع فى هذا النوع من المناشير عن الحركة الترددية لنصل المنشار أما حركة التغذية (نزول المنشار إلى أسفل) فتتم بواسطة ضغط وزن حامل النصل باتجاه قطعة العمل و يوضح شكل ٢-٣٠ ألية عمل المنشار الترددى حيث تنتقل الحركة الدورانية من المحرك الكهربى عبر سير نقل الحركة إلى البكرة القرصية والمثبت على أحد وجهيها عند نقطة تبعد مسافة معينة

عن مركز البكرة ذراع يسمى ذراع التوصيل ويتصل الطرف الأخر لذراع التوصيل بحامل نصل المنشار ونتيجة لدوران البكرة القرصية يعمل ذراع التوصيل على تحويل الحركة الدورانية إلى حركة ترددية ونقلها إلى حامل نصل المنشار ليقوم النصل بدوره بكلا من شوطى القطع والرجوع وتتم بذلك عملية القطع.

- نلاحظ من شكل ٢-٣٠ أن طول شوط النصل (شوط القطع أو الرجوع) يعتمد على قيمة المسافة بين مركز البكرة ومركز موضع تثبيت ذراع التوصيل وتسمى هذه المسافة بالبعد اللامركزى حيث كلما زادت قيمة مسافة البعد اللامركزى ذاد طول الشوط . وتوضح المعادلة ٢-١ كيفية حساب قيمة طول الشوط :

طول الشوط = 2 × البعد اللامركزى   ٢-١



شكل ٢-٣٠ : يوضح ألية عمل المنشار الترددى.

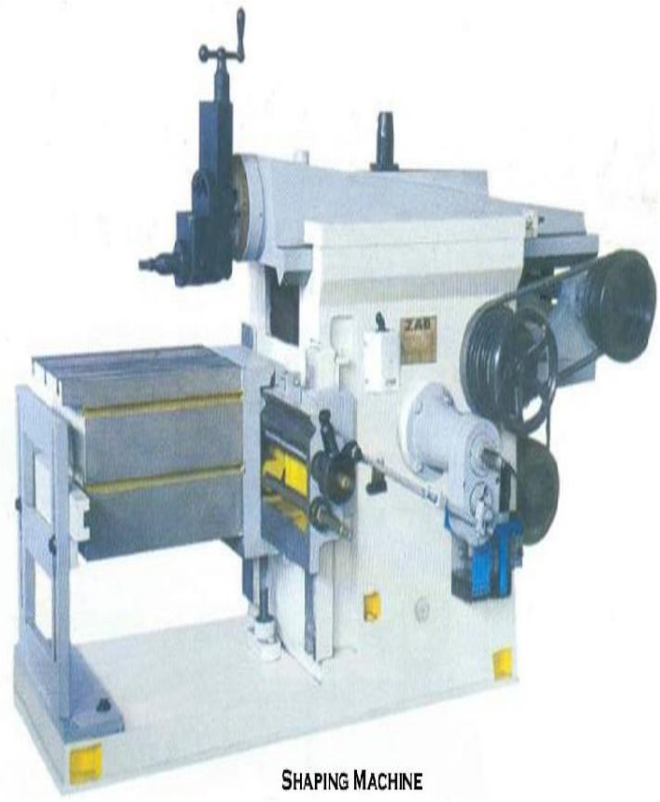
سرعة القطع :

تعرف سرعة القطع للمنشار الترددد الألى بأنها تساى عدد الأشواط الترددية التى يقطعها نصل المنشار فى الدقيقة وتعتمد هذه السرعة على عدة عوامل مثل نوع المعدن المراد نشره وسمك المعدن ومدى صلادته ونوع سائل التبريد المستخدم. ويوضح جدول ٢-٢ سرعة القطع المناسبة أثناء عملية القطع طبقا لنوع المعدن الخاضع للنشر.

المعدن	السرعة (مشوار/الدقيقة)	
	من ٤ إلى ٦ بوصة	من ٨ إلى ١٠ بوصة
الألومنيوم	١٣٥	٦٥
النحاس الأصفر	١٣٥	٦٥
البرونز	٩٠	٤٥
الحديد الزهر	٩٠	٤٥
النحاس الأحمر	١٣٥	٦٥
الفولاذ السبائكى	٩٠	٤٥
صلب السرعات العالية	٦٠	٣٠
صلب الإستنلس	٦٠	٣٠
صلب العدة الملدن	٩٠	٤٥
صلب العدة غير الملدن	٦٠	٣٠

جدول ٢-٢ : يوضح سرعة القطع لمنشار الترددد الألى لنشر عدد من المعادن المختلفة.

عمليات القشط Shaping

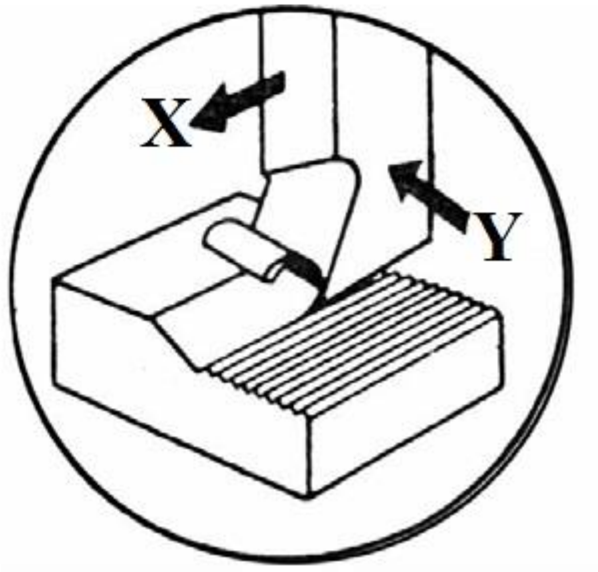


مقدمة :

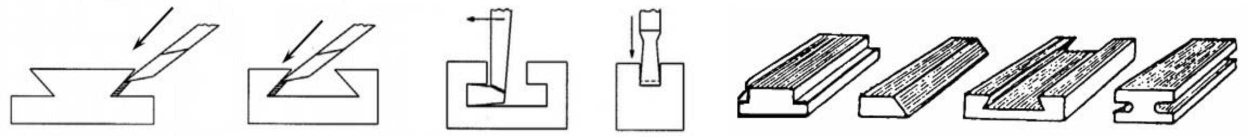
تعرف عملية القشط بأنها عملية القطع للأسطح المستوية حيث أن عملية القشط من العمليات التشغيلية الهامة للأسطح الأفقية والرأسية والمائلة وتختلف طريقة إزالة الرايش فى المقاشط عن المخارط والفرايز فى أن الرايش يزال على هيئة شرائط طولية وأن حركة القطع الرئيسية فى المكشطة هى حركة ترددية وليست دورانية وأن حركة التغذية فى المقشطة تتم بشكل دورى ومتقطع.

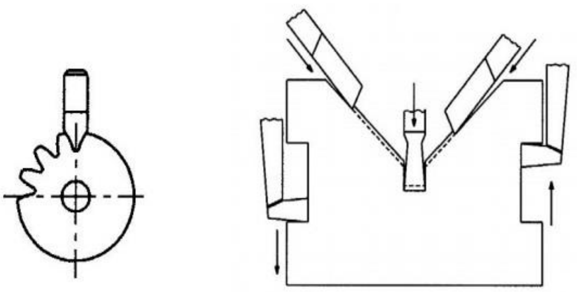
تعريف القشط :

هو عملية تشكيل المعادن عن طريق إستعمال سكين خاصة تشبه سكين الخراطة العادية ، فتقوم هذه السكين بصدم قطعة العمل أثناء حركته فى إتجاه محور X (حركة القطع) كما فى شكل ٣-١ ونتيجة ضغط السكين على قطعة العمل فى هذا الإتجاه فإنه يقشط طبقة من معدن قطعة العمل ولإزالة طبقة أخرى من المعدن يتم تحريك السكين فى إتجاه محور (Y) (حركة التغذية) مع تكرار حركة القطع ، وهكذا إلى أن يتم التشكيل المطلوب. ويوضح شكل ٣-٢ بعض المنتجات التى يمكن الحصول عليها باستخدام ماكينات القشط المختلفة.



شكل ٣-١ : يوضح عملية القشط.





شكل ٣-٢ : بعض منتجات ماكينات القشط المختلفة.

١- أنواع ماكينات القشط :

المقشطة هى ماكينة قطع ترددية تستخدم للحصول على اسطح مستوية وهذة الاسطح ممكن أن تكون أفقية أو رأسية أو مائلة والمقاشط الحديثة يمكنها عمل أسطح مجوفة ، و توجد ثلاثة أنواع رئيسية للمقاشط وهى:

١- المقشطة الأفقية (النطاحة) .

٢- المقشطة العربة .

٣- المقشطة الرأسية (العمودية) .

كما يمكن تصنيف أنواع المقاشط حسب الأتى :-

أ- نوع الحركة.

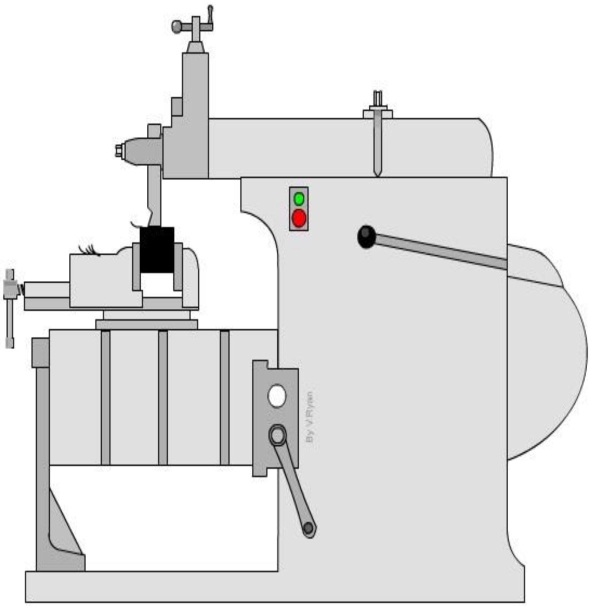
ب- وضع وحركة التمساح .

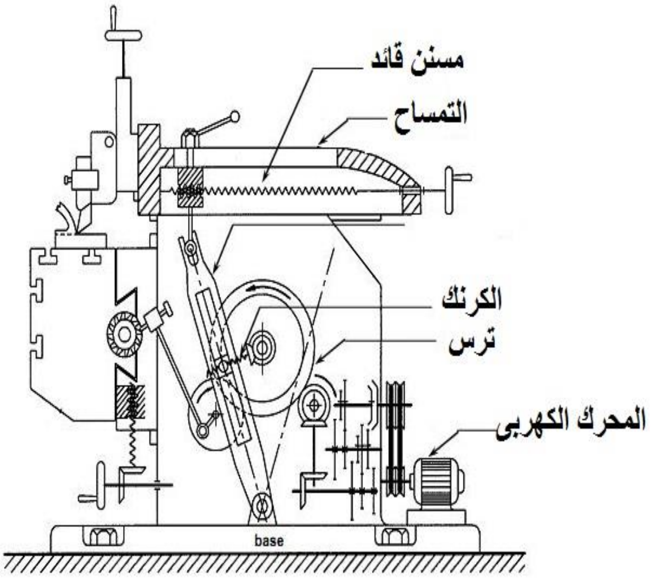
ت- تصميم المنضدة.

اولا أنواع المقاشط على حسب نوع الحركة :

١- مقشطة تعمل بكرنك (بعمود إدارة) Crank Type :

وفى هذا النوع يتم تحريك التمساح بعمود الكرنك كما فى شكل ٣-٢ ويكون أكبر مسافة تتحركها المقشطة هى أكبر مشوار للتمساح .





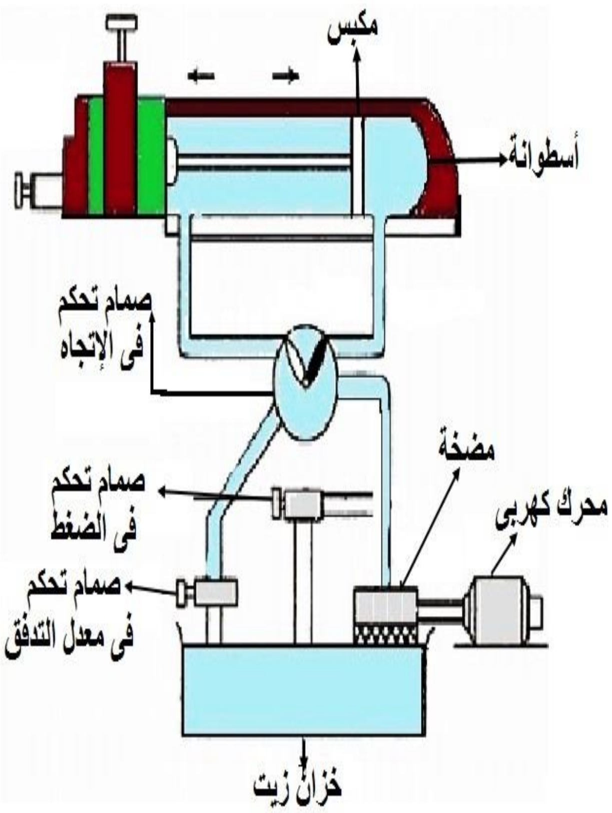
شكل ٣-٢ : يوضح ماكينة مقشطة تعمل بكرنك.

٢- مقشطة تعمل بجريدة وترس Geared type :

وفى هذا النوع يتم تحريك التمساح بترس يتحرك على جريدة مسننة وهذا النوع لا يستخدم بكثرة .

٣- مقشطة هيدروليك hydralic type :

وفى هذا النوع يتم تحريك التمساح بقوة زيت الهيدوليك . الزيت يحدث له انضغاط تحت تاثير الضغط العالى إلى أسطوانة التشغيل المتصلة بمكبس وفى نهاية المكبس يتصل التمساح .ويتم التحكم فى سرعة التمساح بالتحكم فى كمية الزيت المستخدم .



شكل ٣-٣ : مقشطة تعمل بالهيدروليك.

ثانيا انواع المقاشط على حسب وضع وحركة التمساح :

١- المقشطة الرأسية Vertical TYPE
٢- المقشطة الافقية Horizontal TYPE

ثالثا أنواع المقاشط على حسب تصميم المنضدة :

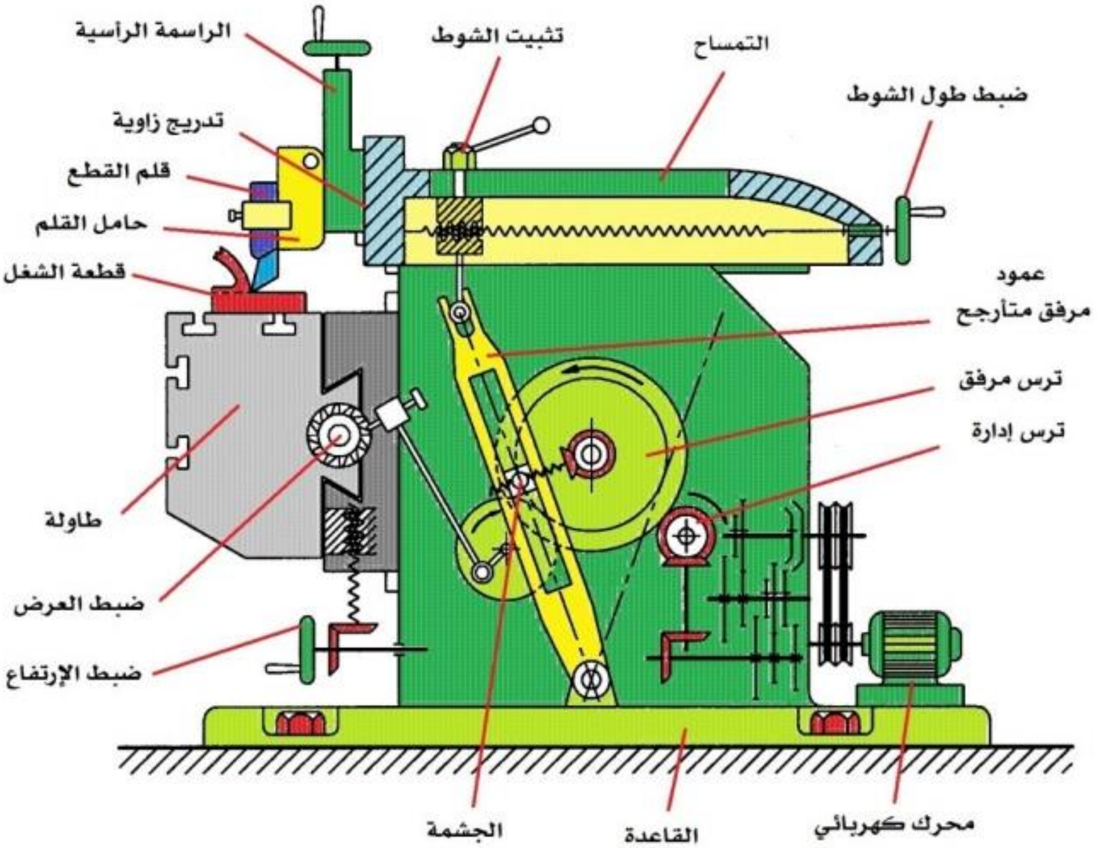
١- المقشطة النطاحة العادية Standard type
٢- المقشطة النطاحة العامة Universal type

المقشطة الأفقية (النطاحة) Shaping machine :

تستخدم هذة المقشطة بكثرة فى الورش والمصانع وفى هذة الحالة كما ذكرنا سابقا فان الحد القاطع يتحرك حركة ترددية فى اتجاة قطع الشغل المثبتة على المنضدة ويكون هناك مشوار قطع وفيه يقطع الحد القاطع جزء من الخامة ومشوار رجوع وتكون سرعة مشوار الرجوع سريعة لتوفير الوقت اللازم لعملية القشط و يوضح شكل ٣-٤ المكونات الرئيسية للمقشطة النطاحة.

عمليات القشط التى تقوم بها المقشطة النطاحة :

١- قشط الأسطح المستوية.
٢- قشط الأسطح المتعامدة.
٣- تسوية الاسطح المائلة.
٤- عمل المجارى المائلة و مجارى غنفارية.
٥- فتح المجارى الطولية ومجارى الخوابير.
٦- قشط أسنان الجريدة المسننة.
٧- عمل الحزوز .



شكل ٣-٤ : المكونات الرئيسية للمقشطة النطاحة.

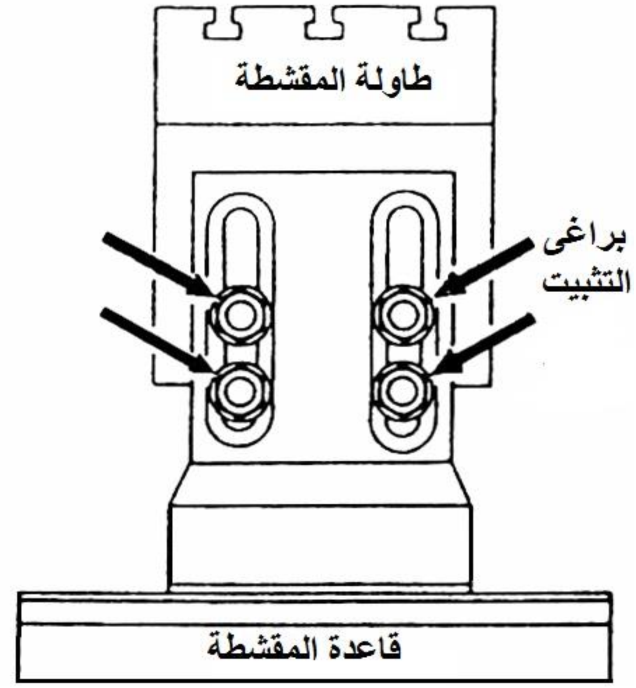
المكونات الرئيسية للمقشطة اللأفقية :

- **المحرك الكهربى** : وهو المسئول عن تحويل الطاقة الكهربية إلى حركة دورانية لإدارة صندوق التروس الخاص بالماكينة.
- **القاعدة** : وتصنع من الحديد الزهر لقدرته العالية على إمتصاص الذبذبات والإهترزازات الناتجة عن تشغيل الماكينة و تحمل جميع أجزاء الماكينة .
- **ترس إدارة** : وتكمن وظيفته فى تحويل الحركة من صندوق التروس الى ترس المرفق.
- **ترس المرفق** : يتم من خلاله تحويل الحركة الدورانية التى يحصل عليها من ترس الإدارة إلى حركة ترددية لعمود المرفق المتارجح.
- **الجشمة** : ربط العمود المتارجح بترس المرفق .
- **طاولة (المنضدة)** : حمل قطع العمل وتثبيتها عليها .
- **قلم القطع (الحد القاطع)**: وهو الذى يقوم بالقطع فى قطعة الشغلة أثناء الحركة الترددية .
- **حامل القلم** : وهو المسئول عن حمل القلم ويتم تثبيت القلم فيه باحكام .
- **تدريج الزاوية** : ويتم التحكم فى إمالة القلم بزاوية من خلاله.
- **الراسمة الرأسية** : وهى المسئولة عن حمل مجموعة القطع (القلم حامل القلم) .
- **التمساح** : وهو المسئول عن الحركة الترددية .
- **يد طول الشوط** : وهى المسئولة عن التحكم فى طول المشوار .

ضوابط المقشطة الأفقية :

تتمثل ضوابط المقشطة الأفقية فى العناصر الأتية :

١- **ضبط إرتفاع طاولة المقشطة :** يضبط إرتفاع طاولة المقشطة بإحكام عن طريق تثبيت براغى الشد التى تصل بين طاولة المقشطة وقاعدة الماكينة (قاعدة المقشطة) كما هو موضح بشكل ٣-٥.



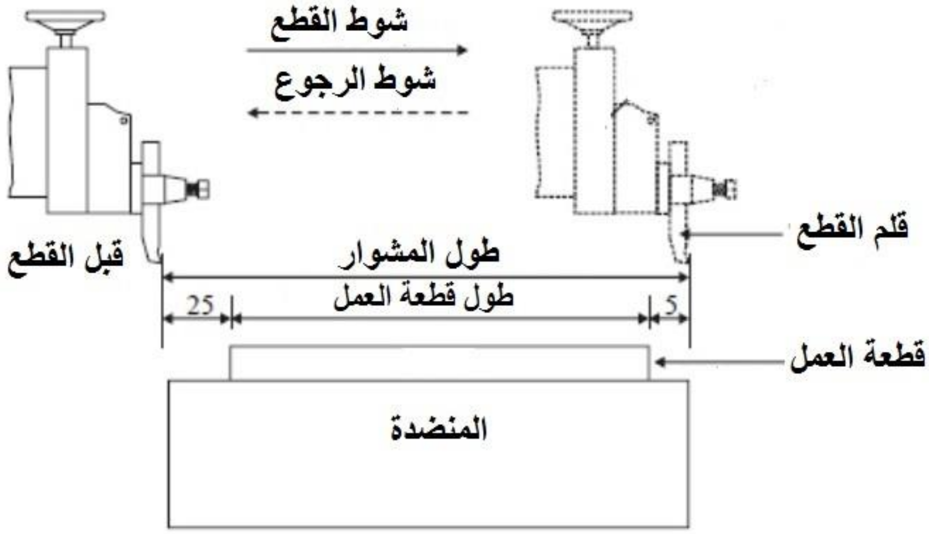
شكل ٣-٥ : طاولة وقاعدة المقشطة.

٢- **ضبط طول الشوط :** تعتمد عملية ضبط طول الشوط على عاملين أساسين و هما :

- طول قطعة العمل المراد قشطها.
- المسافة التى يجب أن تتجاوزها أداة القطع للسطح المراد تشغيله.

وتقسم المسافة التى يجب أن تتجاوزها أداة القطع للسطح المراد تشغيله إلى جزئين و هما :

- قبل عملية القطع وتقدر (١٠-٢٥) مم.
- بعد عملية القطع وتقدر بحوالى (٥-١٠) مم.



شكل ٣-٦ : يوضح وضع قلم القطع قبل وبعد عملية الكشط.

ويتم حساب طول الشوط من المعادلة ٣-١ كالأتى :

طول الشوط = طول قطعة العمل + خلوص بداية الشوط + خلوص نهاية الشوط **1 – 3**

٣- **ضبط سرعة القطع :** تعرف سرعة القطع بأنها طول الرايش المقطوع فى الدقيقة ووحدتها متر/الدقيقة ، وتكون سرعات القطع فى هذا النوع من الألات قليلة لما تصحبه من صدمات أثناء شوط القطع و تزداد قوة الصدم كلما زادت صلادة المعدن المراد تشغيله ، علاوة على أن قوى القصور الذاتى الناشئة من تحريك النطاحة تمنع من إستخدام السرعات العالية و تحسب سرعة القطع من المعادلة ٣-٢ ، ويبين الجدول ٣-١ سرعات القطع المناسبة لبعض المعادن حسب المادة المصنوعة منها سكاكين القشط.

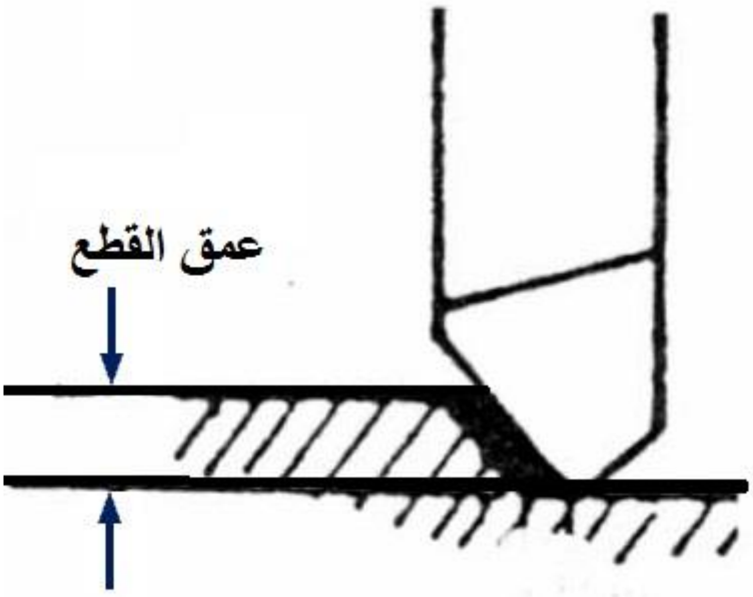
$$\text{سرعة القطع} = \frac{\text{طول شوط القطع بالمتر}}{\text{زمن شوط القطع بالدقيقة}} = \frac{\text{متر}}{\text{الدقيقة}} \qquad 2-3$$

المعدن	سكين قشط مصنوع من صلب السرعات العالية High Speed Steel Tool.		سكين قشط مصنوع من الصلب المعزز بالكربدة Cemented Carbide Tool.	
	السرعة متر/ الدقيقة	التغذية تغذية/مشوار "مم"	السرعة متر/ الدقيقة	التغذية تغذية/مشوار "مم"
الحديد الزهر	١٨	٢	٣٠	0.125-0.5
الحديد منخفض الكربون	٢٤	1.5	٤٥	0.125-0.5
النحاس الأصفر	٤٨	1.25	٦٠	0.25-0.35

جدول ٣-١ : يوضح سرعات القطع المناسبة لبعض المعادن حسب المادة المصنوعة منها سكاكين القشط.

٤- **ضبط مقدار التغذية :** تعرف التغذية بأنها مقدار ما يزال من المعدن كل دقيقة وتقاس بالملليمتر ، ويعتمد مقدارها على عوامل عديدة منها : معدن قطعة العمل ، عمق القطع ، سرعة القطع وقساءة ألة القشط و يفضل أن يكون مقدار التغذية قليلا للحصول على أسطح ناعمة. ويوضح جدول ٣-١ مقدار التغذية لبعض المعادن.

٥- **ضبط عمق القطع :** يعرف عمق القطع بمقدار المعدن المزال من قطعة العمل فى شوط القطع ويقاس بالملليمتر بشكل عمودى على سطح قطعة العمل كما هو موضح بشكل ٣-٨.



شكل ٣-٨ : يوضح عمق القطع.

٦- **زمن القطع :** يقسم شوط المقشطة إلى قسمين هما مشوار القطع ومشوار الرجوع ، حيث أن النسبة بين مشوار القطع ومشوار الرجوع تساوى ٣/٢. ويمكن كتابة هذه النسبة على شكل (٣/٥) : (٢/٥) ومنها يتم إحتساب كلا من زمن القطع وزمن الرجوع. فعلى سبيل المثال إذا كان لدينا مقشطة يستغرق طولها ٢٥ ثانية ونريد حساب كلا من زمنى مشوار القطع ومشوار الرجوع. فيكون الحساب كالتالى :
زمن مشوار القطع = ٢٥ * ٣/٥ = ١٥ ثانية.
زمن مشوار الرجوع = ٢٥ *٢/٥ = ١٠ ثوان.

المقشطة العربة :

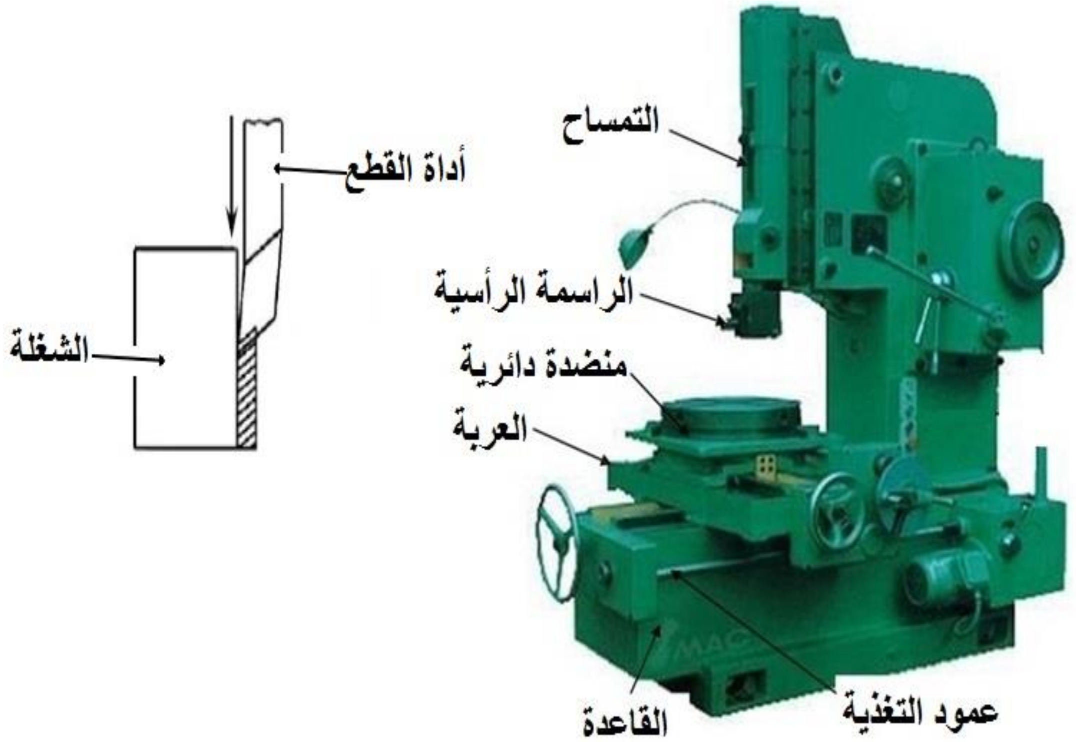
تستخدم هذة المقشطة فى المشغولات ذات الاحجام الكبيرة والتى تتراوح طولها بين المتر والعشر امتار وتستخدم فى المصانع الانتاجية لتسوية المسبوكات الكبيرة مثل فرش الماكينات وفى هذا النوع يتحرك الفرش الذى يتم تثبيت المشغولات عليه فى اتجاه الحد القاطع . ويوضح شكل ٣-٩ المكونات الرئيسية لماكينة مقشطة العربة. كما يوضح شكل ٣-١٠ صورة إحدى ماكينات مقشطة العربة ذات الحجم الكبير.

شكل ٣-٩ : المكونات الرئيسية لماكينة مقشطة العربة.

شكل ٣-١٠ : يوضح صورة إحدى ماكينات مقشطة العربة ذات الحجم الكبير.

المقشطة الرأسية :

تستخدم هذة المقشطة الراسية فى قشط السطوح الداخلية المستوية والمفرغة والمشكلة. وفى هذة المقشطة يتحرك الحد القاطع حركة عمودية ترددية .بينما تتحرك الشغلة حركة عرضية وطولية. ويوضح شكل ٣-١١ المكونات الأساسية للكقشطة الرأسية.



شكل ٣-١١ : يوضح المكونات الأساسية للكقشطة الرأسية.

- ## تعليمات السلامة أثناء العمل على المقشطة :

- يجب على العامل الإلتزام بتعليمات السلامة أثناء إستخدام ماكينات القشط للحفاظ على سلامته و أمانه الشخصى وهى تتلخص فى الأتى :-

١- يجب التأكد من عدم ملامسة أداة القشط لطاولة المقشطة أو ملزمتها قبل القيام بتشغيل ماكينة القشط.

٢- إرتداء حزاء السلامة (Safty Shoes)أثناء العمل على المقشطة.

٣- يجب عدم ملامسة يد العامل لقطعة العمل أثناء عمل المقشطة لأى سبب.

٤- يجب عدم الإبتعاد عن المقشطة أثناء العمل حتى ولو كانت الماكينة فى وضع التغذية الألية حيث أنه من المحتمل إنكسار أداة القطع فى كل لحظة وهنا يتوجب إيقاف الألة فورا للحفاظ على سلامتها.

٥- يجب على العامل التأكد من ربط قطعة العمل والملزمة بشكل جيد قبل بدء عملية القشط.

٦- يتوجب على العامل عدم الوقوف أمام المقشطة بشكل مباشر وقريب من حركة النطاحة.

٧- فى حالة تعطل الألة عن العمل يتوجب كتابة بطاقة وتعليقها على الألة نفسها وفصل الكهرباء عن هذه الألة.

٨- فى إجراء صيانة لماكينة القشط يتوجب إيقاف الألة تماما عن العمل بقطع التيار الكهربائى عنها.

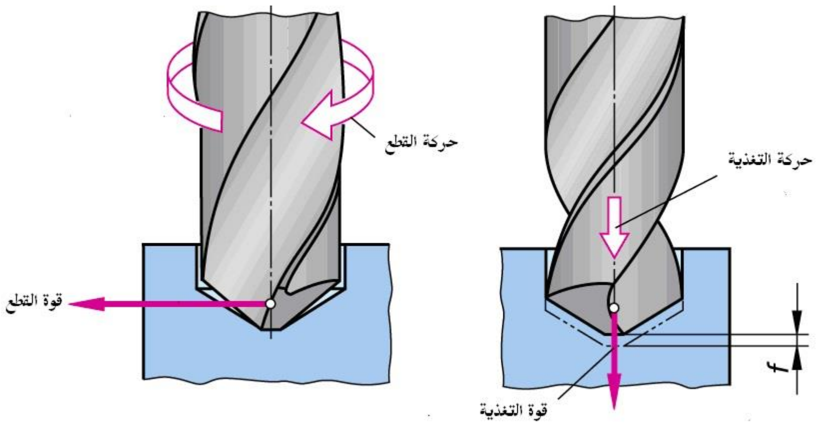
عمليات الثقب

مقدمة :

تعد عملية الثقب من العمليات الأساسية المستخدمة فى تشغيل المعادن ، حيث أن عمل ثقب فى جسم معدنى ، أو توسيع ثقب "عملية التخويش" ، أو تنعيم ثقب " البرغلة" أو حتى قطع لولب بداخل ثقب هى عمليات لا يمكن تنفيذها خصوصا فى حالة المعادن ذات الأقطار الصغيرة والأعماق الكبيرة بطريقة أخرى غير الثقب

تعريف عملية الثقب Drilling Operation :

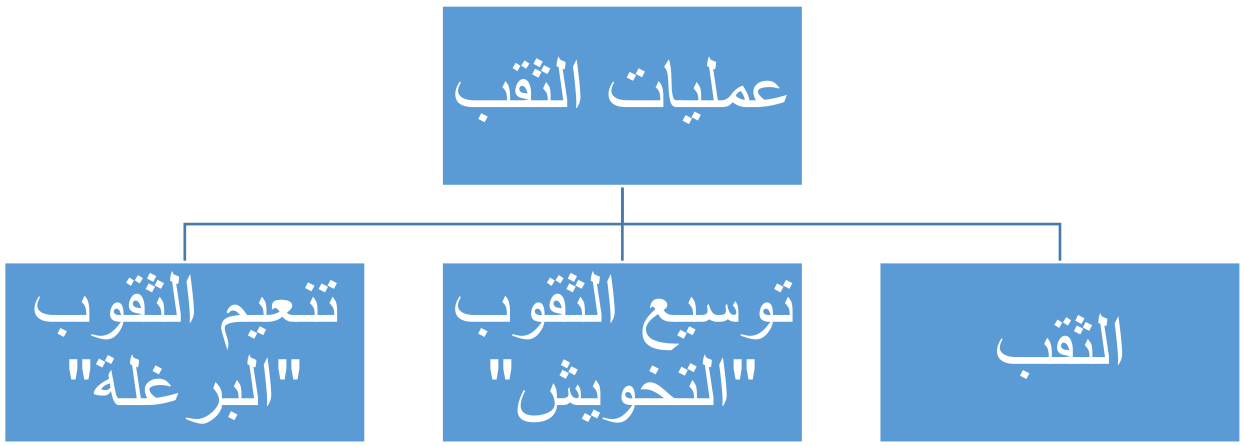
هى عملية تشغيل تحدث بحركة قطع دائرية تتحرك عندها أداة القطع حركة تغذية فى إتجاه محور الدوران فقط ويحتفظ محور الدوران (حركة القطع) بوضعه بالنسبة لأداة القطع دون أن يتأثر بحركة التغذية. فأثناء عملية الثقب تقوم الأداة بتنفيذ حركتين ; الأولى هى حركة القطع الدائرية والثانية هى حركة التغذية المستقيمة فى حين تظل قطع العمل ساكنة. ويحدد عمق القطع فى عملية الثقب عن طريق قطر المثقاب المستخدم حيث أن عمق القطع هو نصف قطر المثقاب. ويوضح شكل ٤-١ عملية الثقب.



شكل ٤-١ : يوضح عملية الثقب.

- **أنواع عمليات الثقب :**

يوضح شكل ٤-٢ الأنواع الأساسية لعمليات الثقب.



شكل ٤-٢ : الأنواع الأساسية لعملية الثقب.

• أولا : عملية الثقب

تعتبر عملية الثقب من العمليات واسعة الإستخدام فى تشغيل المعادن حيث تستخدم عملية الثقب لعمل الثقوب فى القطع الهندسية المختلفة لأغراض متعددة منها :

- تنفيذ البرشمة.
- الربط بمسامير ملولبة.
- الربط بخوابير أو بنوز.
- تركيب محامل تستند عليها أعمدة.
- رفع القطع.
- توفير مجارى أو مداخل للتزييت والتشحيم.

أنواع ألات الثقب:

تختلف ألات الثقب باختلاف نوعية وقطر الريش المراد إستخدامها ، كذلك تختلف باختلاف المعدن المراد قطعه ، ويمكن حصر أنواع ألات الثقب (المثاقيب) فى نوعين رئيسيين وهما :-

١- المثاقيب اليدوية الكهربائية والقابلة للحركة(التنقل) :

ويوجد من هذا النوع صور وأشكال مختلفة ، حيث يستخدم النوع من المثاقيب لثقب القطع المعدنية الكبيرة والتى يصعب أو يتعذر تثبيتها على طاولة المثقب ، وتكون عادة مزودة بسرعتين وتستخدم ريش ثقب لا يزيد قطرها عن ١٣ مم كحد أقصى ، ويوضح شكل ٤-٣ بعض أشكال هذه المثاقيب.

شكل ٤-٣ : يوضح أجزاء المثقب اليدوى الكهربائى.

٢- المثاقيب الألية :

وتوجد أعداد كثيرة من أنواع المثاقيب الألية لتتناسب مع نوعية الثقوب وأعدادها وأعداد قطع العمل المطلوبة وأوزانها وأحجامها ، أى أن أنواع المثاقيب الألية تختلف باختلاف الأعمال المراد تنفيذها. ومن أمثلة المثاقيب الألية ; مثقاب الطاولة و المثقاب القائم و المثقب الدوار وألة الثقب متعددة المحاور وألة الثقب المنزلقة وألة الثقب متعددة الرؤوس وألة الثقب المحوسبة وغيرها . وسوف نتناول بعض هذه الأنواع بشىء من التفصيل :-

أ- المثقاب الألى القائم Upright Drilling Machine :

ويوضح شكل ٤-٤ الأجزاء الرئيسية للمثقاب الألى القائم حيث يتكون من الأجزاء التالية :-

١- **القاعدة Base :** عادة ما تصنع من الحديد الزهر ، ووظيفتها تثبيت المثقاب ومنع إهتزازه أو تحركه أثناء التشغيل حيث يتم تثبيت المثقاب مباشرة على أرض الورشة بواسطة براغى تثبيت خاصة وتشد مع القاعدة بواسطة صواميل.

٢- **القائم Column :** وهو العنصر المسئول عن حمل باقى أجزاء المثقاب و يصنع من الحديد الزهر وعادة ما يوجد به قنوات أو مجارى لتمكن العامل من تحريك الطاولة.

٣- **الطاولة Work Table :** يحتوى المثقاب الألى على طاولة عمل خاصة به يطلق عليها"البلاطة" ، ويمكن تحريك هذه البلاطة لأعلى وأسفل لتتناسب مع حجم قطعة العمل.

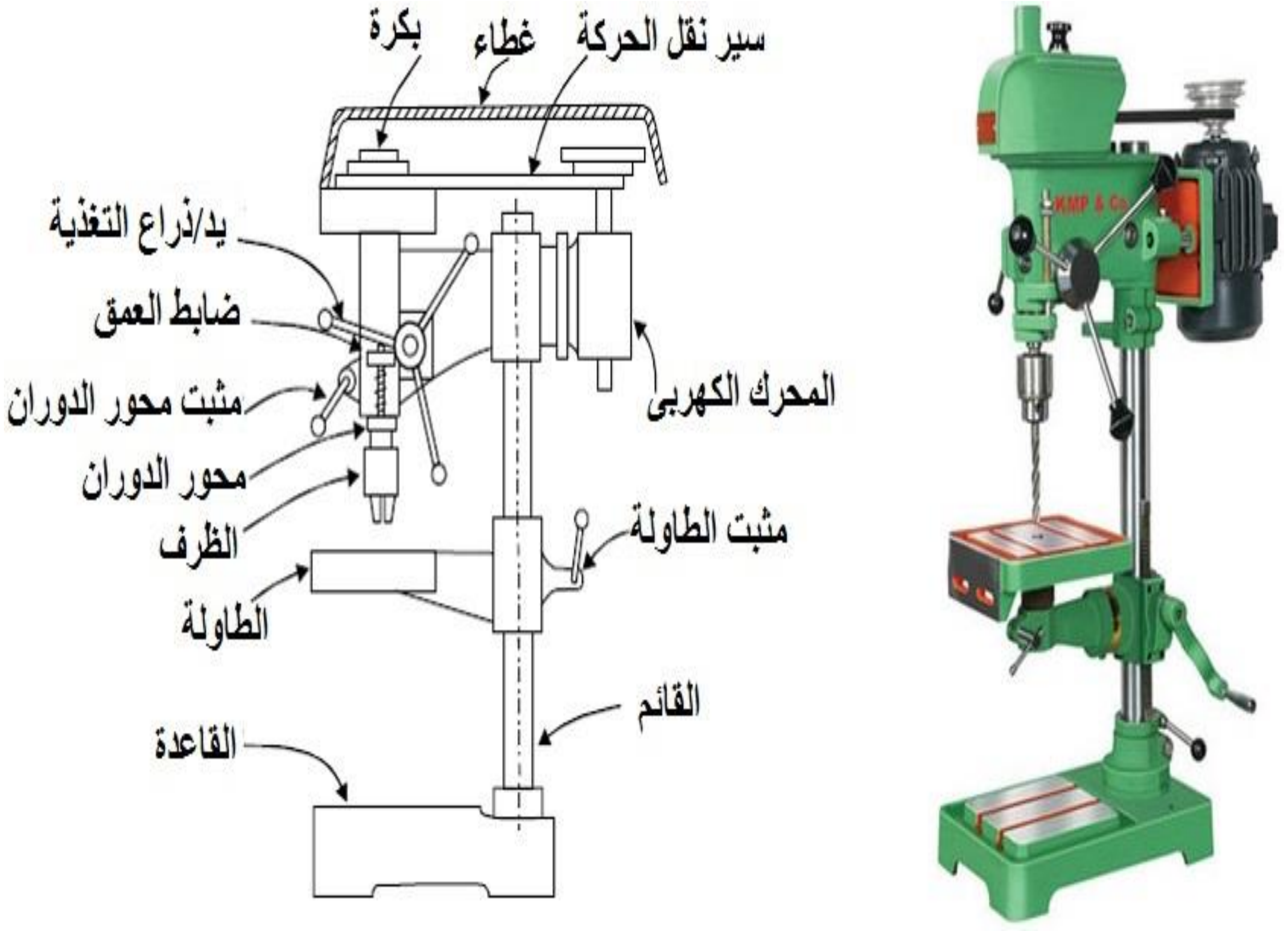
٤- **المحرك الكهربى :** وتكمن وظيفته فى توفير الحركة الدورانية للأداة حيث تنتقل هذه الحركة من المحرك عبر بكرات وسير إلى محور الثقب ويسمى المثقب فى هذه الحالة بالمثقب الألى القائم ذى السيور ، وفى أنواع أخرى من المثاقيب الألية القائمة يتم نقل الحركة عبر مسننات.

٥- **مجموعة التغذية :** و وظيفتها هى تمكين الأداة من تنفيذ حركة التغذية أليا أو يدويا.

٦- **مجموعة تروس الإدارة :** وتعطى هذه التروس إمكانية الحصول على سرعات قطع مختلفة.

٧- **مثبت الشغلة :** وعادة مايكون ملزمة أو دليل ثقب أو منضدة الألة.

٨- **ماسك أداة القطع :** ظرف قابض ثنائى أو ثلاثى الفكوك.



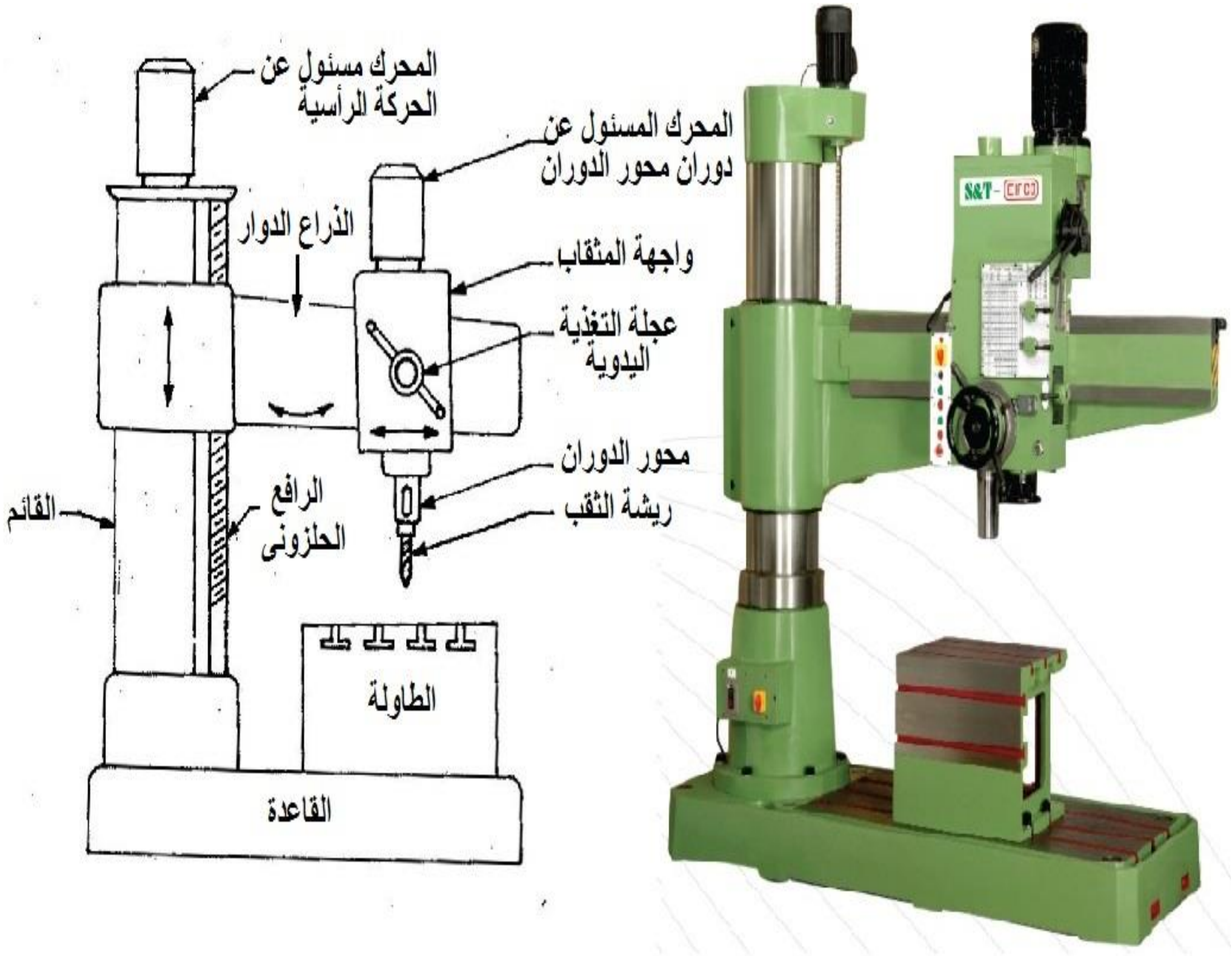
شكل ٤-٤ : يوضح الأجزاء الرئيسية للمثقاب الألى القائم.

ومما سبق نستنتج أن المثقاب الألى القائم يوفر أربعة حركات وهى :-

- حركة دوران محور الثقب.
- حركة محور الثقب الرأسية.
- حركة بلاطة العمل الرأسية.
- حركة بلاطة العمل الدورانية.

ب- المثقاب الدوار Radial Drilling Machine :

ويعطى هذا النوع من المثاقيب عددا أكثر من الحركات ويوضح شكل ٤-٥ نموذجا لهذا النوع حيث يحتوى على محركين كهربائيين أحدهما مسئول عن الحركة الرئسية للذراع الدوار والأخر مسئول عن دوران محور الدوران ، كما يحتوى على عمود القائم الرئيس ، وبلاطة العمل والتى تتحرك لأعلى وأسفل بالإضافة للحركة الدورانية حول العمود القائم ، ويحتوى أيضا على الذراع الدوار Radial Arm الذى يتحرك لأعلى وأسفل بالإضافة إلى الحركة الدورانية حول العمود القائم ، وتنزلق كتلة رأس المثقاب على الذراع وتتحرك حركة أفقية , ويتحرك رأس المثقاب حركة رأسية لأعلى وأسفل بالإضافة لحركة ريشة الثقب.



شكل ٤-٥ : يوضح نموذجا للمثقاب الدوار.

ت- ألة الثقب متعددة المحاور Multi Spindle Drilling Machine :

يوضح شكل ٤-٦ أكثر من نموذج لألة الثقب متعددة المحاور ، ويحتوى هذا النوع من المثاقيب على عدة محاور مما يتيح إمكانية عمل عدد من الثقوب ذات أقطار متساوية أو متفاوتة فى قطعة عمل واحدة فى نفس الوقت. وعادة ما يستخدم هذا النوع من المثاقيب فى الورش الكبيرة أو المصانع ذات الطاقة الإنتاجية العالية.

شكل ٤-٦ : يوضح أكثر من نموذج لألة الثقب متعددة المحاور.

- **ريش الثقب (البنط) :**

تُصنع العدد القاطعة ومن بينها ريش الثقب من معادن صلبة خضعت لمعالجة خاصة بالقطع السريع ومنها:

١- **الصلب عالى الكربوني:** أي الفولاذ الذي يحتوي على نسبة عالية من الكربون تتراوح بين ٠,٩ - ١,٤ ٪ . إذ إن معالجة الحديد بالكربون تكسبه قساوة عالية (تصل إلى HRC ٦٠) ، وذلك بعد أن يخضع لعملية تقسية hardening وإرجاع tempering . ولكن من مساوئ العُدد (الأدوات) المصنوعة من هذا المعدن هبوط قساوتها هبوطاً كبيراً إذا ما ارتفعت درجة حرارتها في أثناء عملية القطع إلى أكثر من 200˚ درجة مئوية.

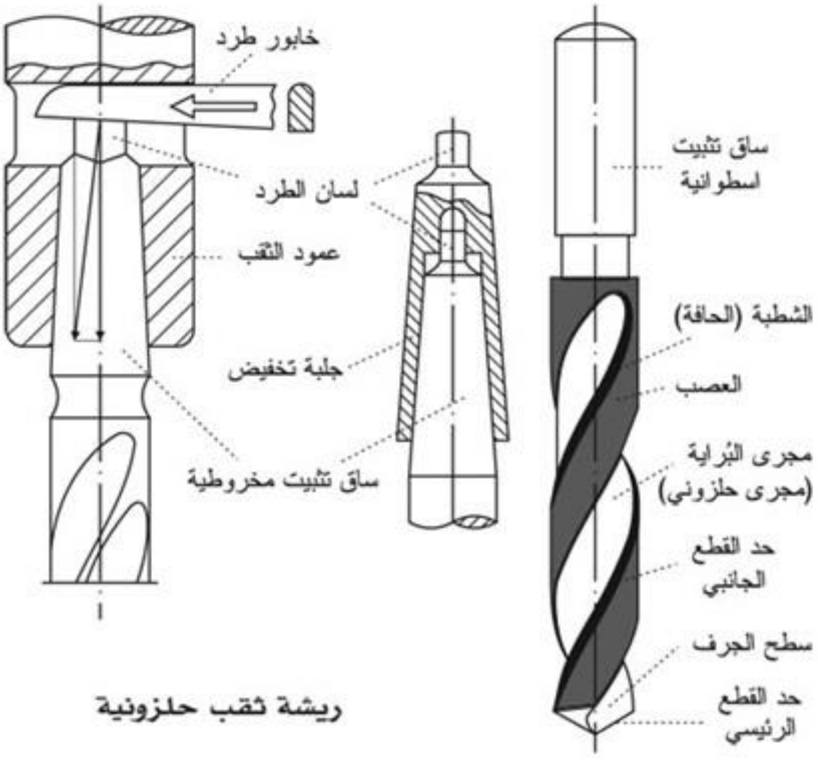
٢- **صلب السرعات العالية:** وهو فولاذ يحتوي على كمية كبيرة من أشابات معدنية أخرى مثل التنغستن W والكروم Cr والكوبالت Co والموليبدينيوم Mo والفناديوم V . و هذا النوع من الفولاذ يحافظ على قساوته الكبيرة(٦٢ - ٦٤ HRC) حتى في درجات الحرارة العالية التي قد تصل إلى 600˚ درجة مئوية.

٣- **الخلائط :** السبائك المعدنية التي تحتوي على الكربيدات، وتصنع عادة من مساحيق التنغستن والتيتانيوم المتحدة كيميائياً مع الكربون لتؤلف كربيدات التنغستن أو كربيدات التيتانيوم وهي مقاومة للتآكل وشديدة القساوة.

تنقسم ريش الثقب من حيث تصميم الجزء القاطع فيها إلى:

أ- **ريش ثقب حلزونية :**

وتستخدم عادة في عمل الثقوب غير العميقة نسبياً(طولها أقل من عشرة أضعاف قطرها) . تتألف ريشة الثقب الحلزونية كما هو موضح في الشكل ٤-٧ من:

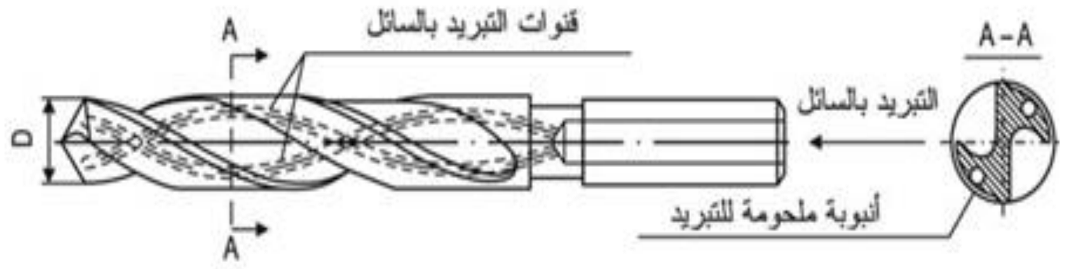


شكل ٤-٧ : يوضح أجزاء ريشة الثقب الحلزونية.

- **رأس حاد (قاطع)** : وهو الجزء المخروطي القاطع في الريشة كي يقلل من الاحتكاك في أثناء عملية التثقيب، ويتألف من حدّين قاطعين رئيسيين، بزاوية ميل محددة بالنسبة للجسم. تراوح زاوية ميل الرأس المخروطي القاطع في ريش التثقيب العادية بين 47° و٥٥° وذلك بحـ سب قطر الريشة.
- **جسم الريشة:** وهو الجزء العامل منها ويكون أسطوانياً ويحتوي على مجرى لولبي مفرد أو مزدوج مهمته إخراج البُراية (النحاته) ومرور سائل التبريد، وعلى طول هذا المجرى حافة لولبية مشطوبة (شطبة Facet) مهمتها توجيه ريشة المثقب ووضعها مركزياً بالاستناد إلى جدار الثقب.
- **العنق:** وهي الجزء المحصور الواقع بين ساق ريشة الثقب وجسمها ومهمتها إحكام مسك الريشة ومنعها من الخروج من الماسك في المثقب (آلة الثقب) .
- **الساق:** وهي الجزء المخصص لتثبيت ريشة الثقب في مقرها من الماسك في المثقب وتكون أسطوانية في ريش الثقب ذات الأقطار الصغيرة D < ١٠ mm ومخروطية في المثاقب ذات الأقطار الكبيرة D > ١٠mm ، وتثبت في الماسك بوساطة فكوك متحركة لإحكام الشد أو بوساطة ماسك مخروطي فيه جُلَب bush (jig) لإحكام مسك الريشة.
- **القبضة** : وتسمى أيضاً لسين التعشيق Tenon ويعمل مسنداً لريشة الثقب.

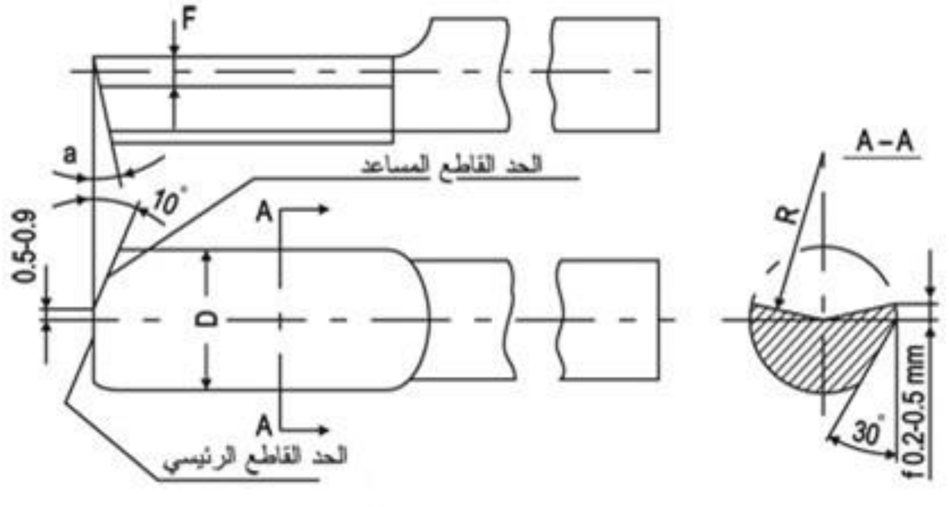
ب- **ريش التثقيب العميق:**

إذا كان المطلوب عمل ثقوب عميقة فإن ما يلزم هو ريش ثقب لولبية طويلة (شكل ٤-٨) طولها أكبر من عشرة أضعاف قطرها (L > 10 D) وتكون زاوية ميل الرأس الحاد فيها 120° درجة. تزود الريشة بقناة مركزية نافذة لمرور سائل التبريد أو بأكثر من قناة تصنع عادة من أنابيب نحاسية تلحم داخل المجاري الطولية للريشة ، وتعمل هذه الريش بالطريقة نفسها التي تعمل بها ريش الثقب العادية إلا أن حركتها التقدمية تكون بطيئة، لأن متانتها أقل من متانة الريش العادية. ويوضح شكل ٤-٨ قنوات التبريد بالسائل فى ريش الثقب العميق.



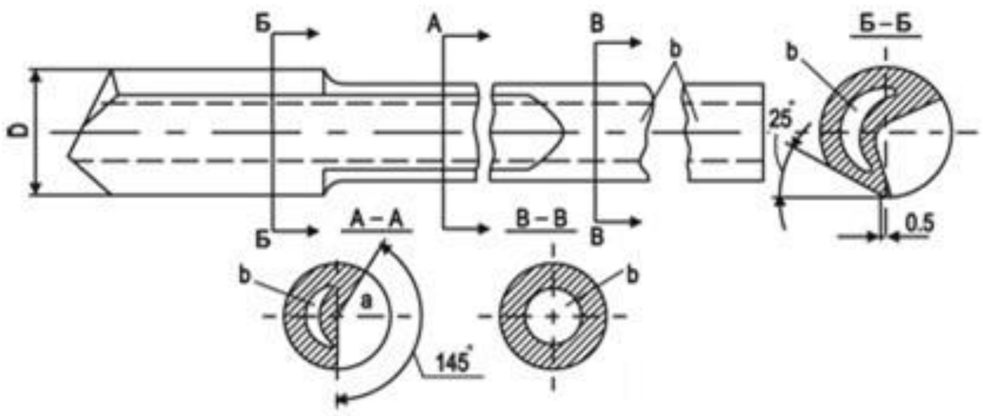
شكل ٤-٨ : يوضح قنوات التبريد بالسائل فى ريش الثقب العميق.

وقد تـ ستخدم لهذه الغاية مثاقب سبطانات المدافع gun-barrel drill ، وهي تعطي ثقوباً أكثر دقة. وتكون مثاقب سبطانات المدافع عادة على شكل قضيب أسطواني له حافة ذات حد قاطع رئيسي موجه نحو المثقب بزاوية قائمة، وحد قاطع إ ضافي بزاوية مقدارها 10˚ (كما هو مو ضح بـ شكل ٤-٩) من أجل تخفيف الاحتكاك، وتـ شحذ الزاوية الخلفية من الرأس بحيث تكون $a = 10^\circ$. تحافظ هذه المثاقب على اتجاه الثقب مبدئياً عن طريق سطح ارتكاز يوفر لها تماساً محكماً مع جدار السطح المعد للتشغيل. وللتخفيف من احتكاك ريشة الثقب مع جدار الثقب على طول سطح الارتكاز يجعل مستو بزاوية قدرها 30˚ . إن العيب الرئيسي لهذا النوع من ريش الثقب هو سوء خروج البُراية، وعدم كفاية التبريد عند التثقيب العميق مما يسبب تآكل الريشة بسرعة.



شكل ٤-٩ : يوضح مثقب ثبطانات المدافع.

ولتلافي العيوب الـ سابقة يمكن أن تـ ستخدم ريش ثقب من نوع آخر تدعى مثاقب سبطانات البنادق rifle-barrel drill (كما هو موضح بشكل ٤ - ١٠) وتتألف من جزء عامل مصنوع من الكربيد المسمنت، و ساق مجوفة مـ صنوعة من الفولاذ الكربوني، ملحومة مع الجزء العامل. ويكون الجزء العامل مزوداً بحافة قاطعة واحدة. ويمر سائل التبريد من ثقب الساق المركزي إلى الحد القاطع في رأس الثقب تحت ضغط كبير فيبرد الريـ شة ورأ سها ويدفع بالبراية إلى الخارج عبر القناة a في الوقت نفـ سه. ومن مزايا هذه الريش أن مردودها كبير، ونتيجة لضغط سائل التبريد تزداد جودة الثقوب.



شكل ٤-١٠ : يوضح مثقب سبطانات البنادق.

- **كيفية ضبط سرعة دوران محور الثقب :**

يتم التحكم بعدد دورات محور الثقب من خلال البكرات المدرجة فى صندوق السرعة حيث تسمى البكرة المتصلة بمحور المحرك الكهربى بالبكرة القائدة أما البكرة الأخرى فتسمى بالمنقادة ، ويوضح شكل ٤-١١ البكرات وطريقة تغيير السرعة عن طريق تغيير موقع السير على البكرات.

وتوضح المعادلة ٤-١ كيفية حساب سرعة دوران محور الثقب والتى تكون كالتالى :

$$D_1 \times N_1 = D_2 \times N_2 \qquad 4-1$$

حيث :

D_1 = قطر البكرة القائدة.

N_1 = عدد دورات البكرة القائدة ، ووحدتها هى (دورة/دقيقة).

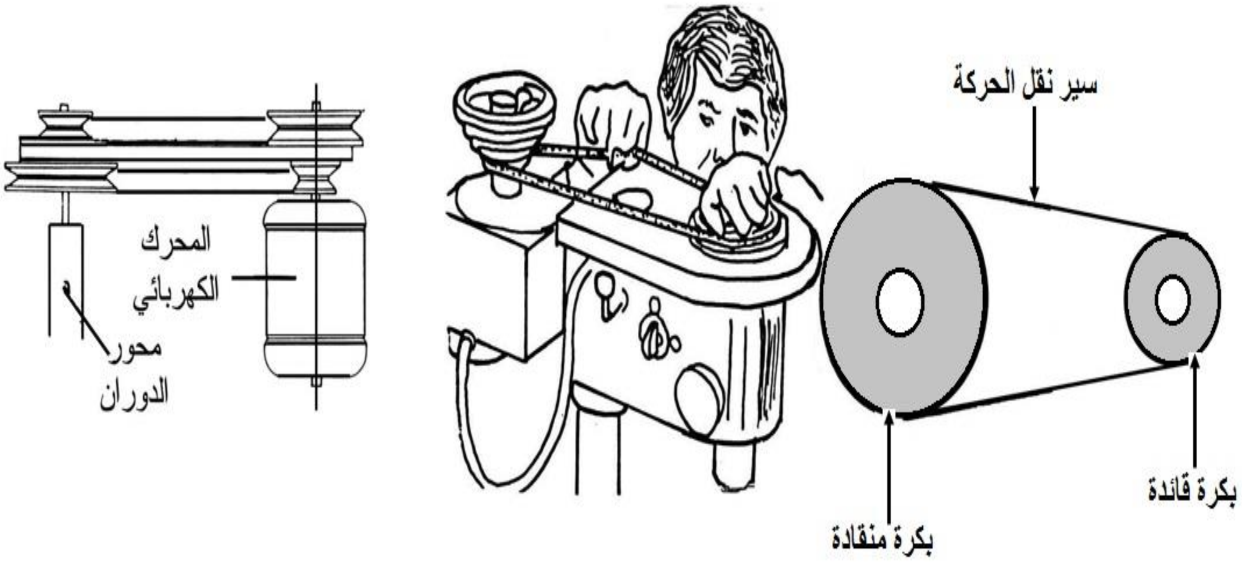
D_2 = قطر البكرة المنقادة.

N_2 = عدد دورات البكرة المنقادة ، ووحدتها هى (دورة/دقيقة).

ومن العلاقة ٤-١ نستطيع إستنتاج سرعة دوران محور الثقب (عدد دورات البكرة المنقادة) N_2 كالأتى:

$$N_2 = \frac{D_1 \times N_1}{D_2} \qquad 4-2$$

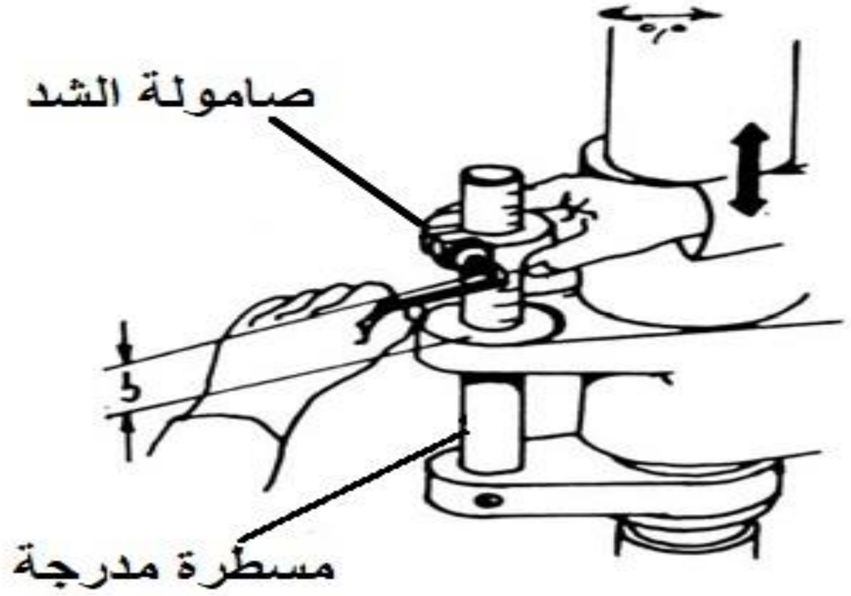
أى أنه إذا أردنا تغيير سرعة الدوران نقوم بتغيير موقع السير على البكرات.



شكل ٤-١٤ : يوضح كيفية ضبط سرعة دوران محور الثقب.

- **كيفية ضبط عمق الثقب :**

يتم التحكم بعمق الثقب عن طريق التحكم بالحركة الإنتقالية الرأسية لمحور الثقب و يكون ذلك عن طريق ربط محور الثقب بمسطرة مدرجة تنزلق فى مجرى خاص مثبت مع كتلة رأس المثقب ، و يمكن ضبط مسافة حركة إنزلاق المسطرة بواسطة صامولة شد و يوضح شكل ٤-١٥ كيفية ضبط عمق الثقب. أما عند إنتاج أعداد كبيرة فيتم إستخدام مصدات ألية تعمل بنظم هيدروليكية أو نيوماتيكية أو ميكانيكية.



شكل ٤-١٥ : يوضح كيفية ضبط عمق الثقب.

- **كيفية إختيار سرعة القطع و التغذية :**

بناء على المادة المصنوعة منها قطعة العمل ، و مادة الحد القاطع ، وقطر ريشة المثقاب يتم إختيار سرعة القطع ومن خلالها تحسب سرعة دوران عمود الإدارة (محور الثقب) كما هو موضح من العلاقة ٤-٣ .

$$N = \frac{1000 \times V}{\pi \times d} \qquad 4-3$$

حيث ;

N : سرعة دوران عمود الإدارة (محور الثقب).

V **:** سرعة القطع.

d : قطر ريشة المثقاب.

ويتم إختيار سرعة التغذية تبعا لمعدن الشغلة ومعدن الحد القاطع , ويوضح جدول ٤-١ كلا من سرعة القطع (*V*) بال "متر / الدقيقة" وسرعة التغذية (**f**) بال "مم / دورة" بعمليات الثقب.

مادة الشغلة	ظ.ق	قطر المثقاب بالمم							
		30 -- 35	25 -- 30	20 -- 25	16 -- 20	12 -- 16	8 -- 12	5 -- 8	حتى 5
صلب كربوني	V	60	60	60	58	56	53	50	45
	f	0.1	0.08	0.07	0.06	0.05	0.04	0.035	0.03
	N	550	640	760	920	1100	1400	2000	2900
صلب سباكي	V	14	14	14	13	13	12	11	10
	f	0.04	0.04	0.035	0.03	0.025	0.02	0.015	0.012
	N	125	150	180	200	260	320	440	650
صلب لا يصدأ	V	35	35	34	33	32	30	28	25
	f	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.015	0.012
	N	320	370	430	520	640	800	1100	1699
صلب منجنيزي	V	25	25	25	24	24	23	22	20
	f	0.035	0.035	0.03	0.025	0.02	0.02	0.012	0.01
	N	300	320	400	490	600	750	1000	1550
زهر < ۲۰۰ بيرنيل	V	85	85	85	83	80	78	75	70
	f	0.3	0.25	0.2	0.16	0.1	0.08	0.05	0.04
	N	770	900	1100	1330	1600	2100	3000	4500
زهر> ۲۰۰ بيرنيل	V	40	40	40	38	37	35	33	30
	f	0.15	0.13	0.1	0.07	0.05	0.04	0.035	0.03
	N	360	430	500	600	740	930	1300	1900

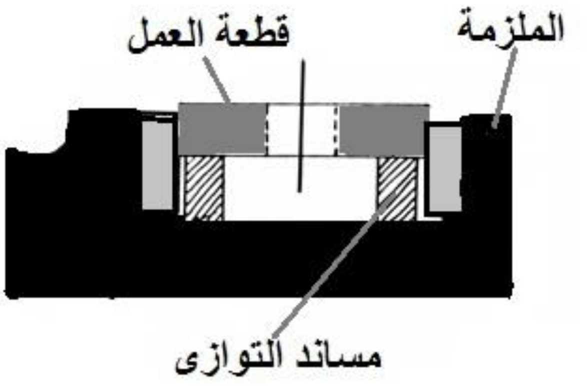
جدول ٤-١ : يوضح سرعات القطع و التغذية فى الثقب.

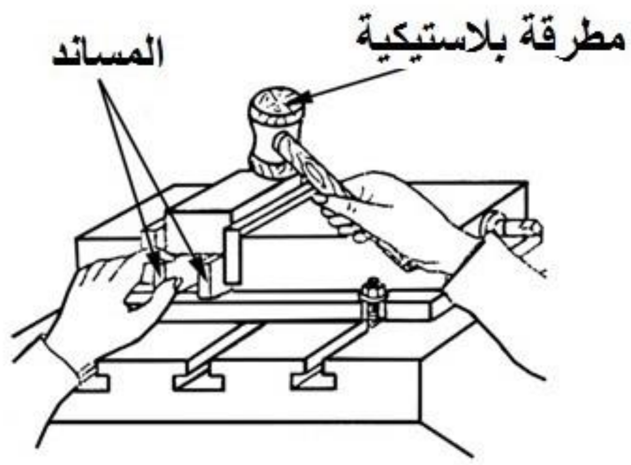
- **كيفية تثبيت/ربط قطع العمل :**

يتوجب ربط قطعة العمل بطريقة محكمة حتى لا تتسبب القوة الناتجة عن الحركة الدورانية لريشة المثقاب فى تدوير قطعة العمل مما قد ينتج عنه وقوع حوادث أو إصابات عمل. وهناك عدة طرق لربط أو تثبيت قطعة العمل لإجراء عملية ثقب لها نذكر منها الأتى :-

١- ربط قطعة العمل بواسطة الملزمة :

حيث تستخدم الملزمة لربط القطع الصغيرة والمتوسطة كما موضح بشكل ٤-١٦ حيث يتم وضع مسندان متوازيان أسفل قطعة العمل بحيث ترتفع القطعة قليلا عن سطح الملزمة ثم يتم الطرق على قطعة العمل بمطرقة بلاستيكية وذلك لضمان تثبيت القطعة بشكل مستو أفقى على المتوازيات.

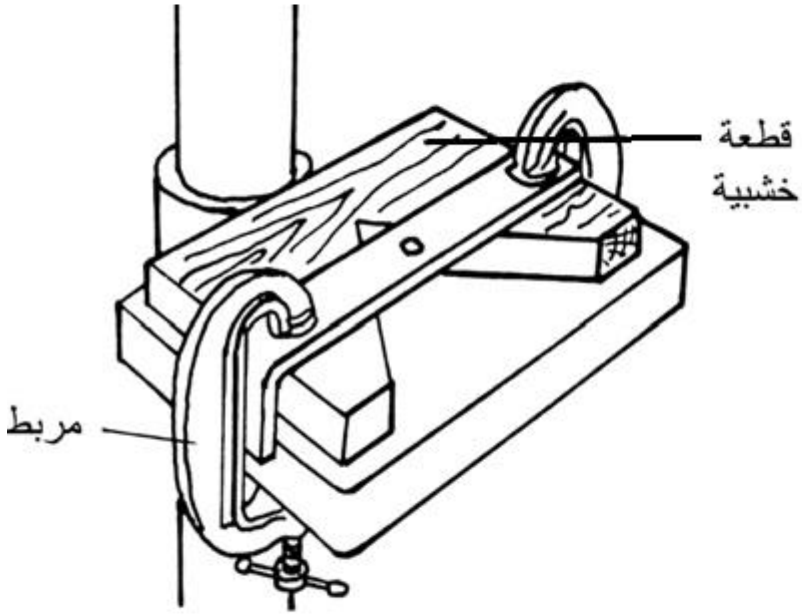




شكل ٤-١٦ : كيفية تثبيت قطعة العمل بواسطة الملزمة.

٢- الربط بواسطة المرابط :

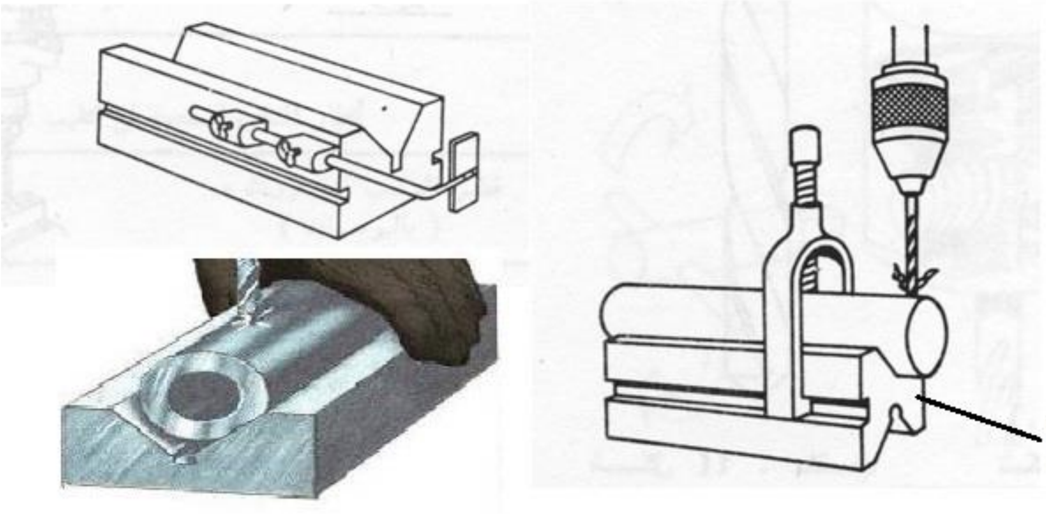
تستخدم هذه الطريقة لربط قطع العمل الرقيقة ، و يوضح شكل ٤-١٧ كيفية تثبيت قطع العمل باستخدام المرابط حيث توضع قطعة خشبية أسفل قطعة العمل للحفاظ على سطح بلاطة المثقاب.



شكل ٤-١٧ : يوضح كيفية تثبيت قطع العمل باستخدام المرابط.

٣- ربط القطع الإسطوانية بواسطة زهرة حرف V :

يتم تثبيت قطع العمل ذات الشكل الأسطوانى داخل زهرة حرف V ويتم قمطها بقمطات ذات أشكال مناسبة كما هو موضح بشكل ٤-١٨.



شكل ٤-١٨ : ربط القطع الأسطوانية بواسطة زهرة حرف V.

- **ثانيا: عملية توسيع الثقوب "التخويش" Countersinking**

هى عملية قطع لتشكيل أسطح عميقة ذات أشكال خاصة فى الثقوببمعنى توسيع الثقوب أو توسيع مقدمة الثقبحيث أن إنتاج ثقب واسع فى كتلة مصمتةعملية غير ممكنة لذا يجب تنفيذ ثقب صغير القطر ثم توسيعه لكى نصل للقطر المطلوب.

أنواع أدوات التخويش :

عادة ما تستخدم ثلاثة أنواع من أدوات التخويش (المخوشات) وهم كالأتى :

➢ **المخوش الأسطوانى Counterbore :**

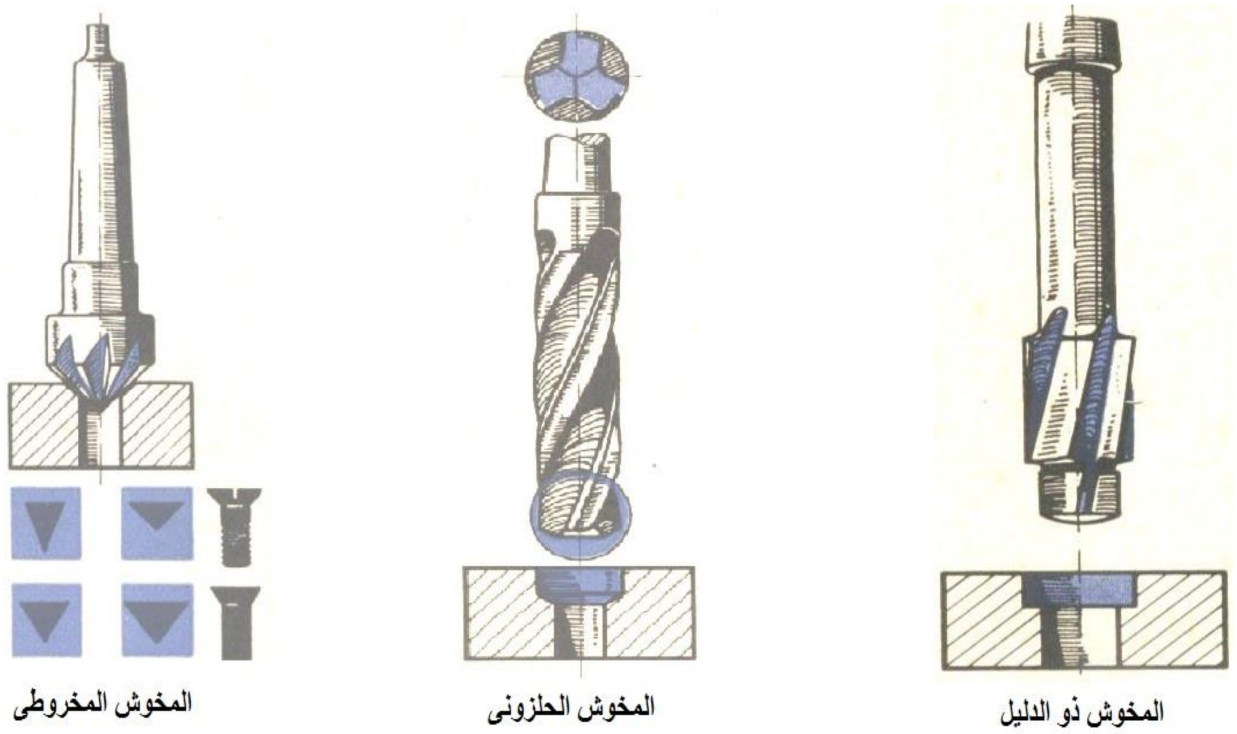
ويستخدم هذا النوع لتشغيل الصرر وتسوية مواضع المسامير وخاصة للمشغولات المصبوبة ، ويوضح شكل ٤-١١ أحد أنواع المخوشات الأسطوانية وهو المخوش ذو الدليل.

➢ **المخوش الحلزونى Twist Drill :**

ويشبه هذا النوع المثاقب الحلزونية من حيث الشكل ، والتى سوف سنتعرض لها لاحقا ، ولكن المخوش الحلزونى له ثلاث أو أربع مجار للرائش بدلا من إثنتين ويستخدم لإنتاج ثقوب ناعمة ويوضح شكل ٤-١١ المخوش الحلزونى ومجارى الرائش الثلاثى.

➢ **المخوش المخروطى Countersink :**

ويصنع هذا النوع بأقطار تتراوح من ٨ مم إلى ٨٠ مم ويستخدم المخوش المخروطى ذو زاوية 60° لإزالة الرايش من الحواف ، والمخوش ذو زاوية 75° لتغطيس رؤوس البرشام ، والمخوش بزاوية 90° لإستقبال رؤوس المسامير الغاطسة ، والمخوش بزاوية 120° لطرق رؤوس البرشام ويوضح شكل ٤-١١ التخويش المخروطى وزواياه المستخدمة.



شكل ٤-١١ يوضح : ١- المخوش ذو الدليل والشكل النهائى لقطعة العمل بعد التخويش. ٢- المخوش الحلزونى والشكل النهائى لقطعة العمل ومجارى الرائش الثلاثى. ٣- المخوش المخروطى وأشكال الزوايا المستخدمة.

• ثالثا: عملية تنعيم الثقوب "البرغلة" Reaming

هى عملية عملية تشغيل دقيقة لجدران الثقوب بغرض تنعيمها ومن ثم توسيعها إلى مقاس الإزواج ، حيث تستخدم البراغل لإنتاج ثقوب ذات دقة مقاسات عالية وجودة سطح مرتفعة لتركيب المسامير الأسطوانية والمخروطية وعمل الإزواجات ذات الخلوص الدقيق للمحاور والأعمدة.

أنواع البراغل :

١- البراغل القابلة للضبط Adjustable Reamers :

وهى براغل يعاد ضبطها بعد عمليات إعادة الشحذ ويمكن توسيع جسمها المشقق بواسطة مسمار مخروطى بمقدار يصل إلى جزء واحد من مئة جزء من القطر الأسمى.

٢- البراغل غير القابلة للضبط Non-adjustable Reamers :

حيث يصنع هذا النوع من البراغل من قطعة واحدة من الفولاذ سريع القطع أو من فولاذ العدة حيث يعمل الجزء المخروطى من البرغل على قطع الرائش أما الجزء الأسطوانى فيعمل على صقل الثقب.

٣- البراغل المخروطية Counter Reamers :

وهى تستخدم لبرغلة الثقوب المخروطية بعد تشغيلها تشغيلا أوليا بالخراطة أو الثقب المتدرج حيث يستخدم طاقم من البراغل المخروطية تتكون من برغل خشن (خشن التسنين) ، برغل متوسط (دقيق التسنين) ، برغل إنجازى (بأسنان مائلة) .

٤- البراغل الألية Machine Reamers :

وهذا النوع يكون لها ساق تثبيت أسطوانى أو مخروطى مع بداية مخروطية قصيرة ويمكن بواسطتها برغلة الثقوب غير النافذة.

٥- البراغل القاعية Bottom Reamers :

وهذا النوع من البراغل يكاد أن لا يكون لها بداية مخروطية لذلك فهى تصلح لبرغلة الثقوب المسدودة (غير النافذة).

٦- البراغل الجوفاء (القشرية) Hollow Reamers :

وتتوفر كعدد للماكينات بأقطار تصل إلى ١٥٠ مم.

٧- براغل ثقوب البرشام Riviting Hole Reamers :

وهذا النوع من البراغل يكون له حدود قطع حلزونية.
ويوضح شكل ٤-١٢ بعض أنواع البراغل .

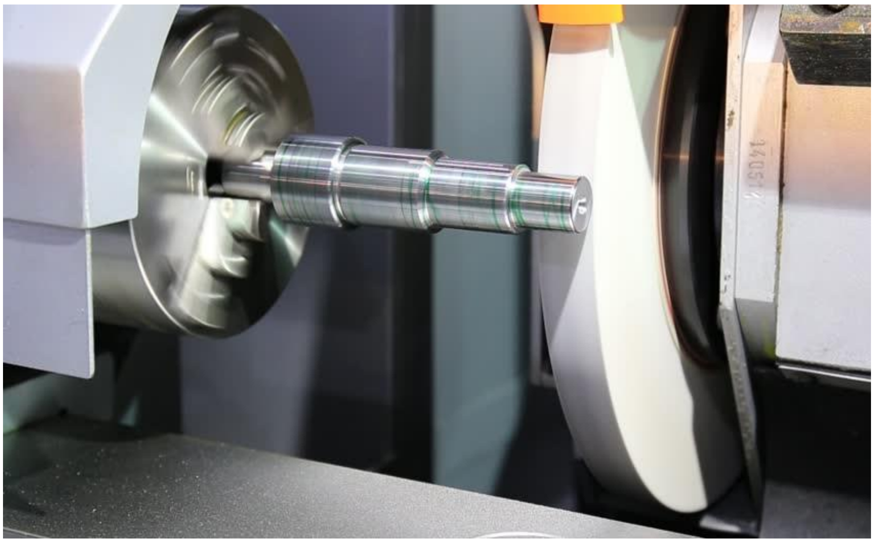
شكل ٤-١٢ : يوضح بعض أنواع البراغل .

- **الإرشادات العامة للسلامة و الأمان أثناء عملية الثقب :**

هناك مجموعة من الإرشادات التى يجب على الطالب أن يتبعها للحفاظ على سلامتة الشخصية و أيضا للحفاظ على سلامة الماكينة وهى تتلخص فى الأتى :-

١- يجب على الطالب أن يحافظ على إرتداء النظارة الواقية أثناء فترة تواجده فى الورشة.
٢- يجب أن لايقوم الطالب بتثبيت قطع العمل الصغيرة بيديه أثناء عملية الثقب.
٣- يجب أن لايقوم الطالب بالضغط على ريشة (بنطة) الثقب بشكل كبير حتى لا تنكسر.
٤- يجب أن لايقوم الطالب بإزالة الرايش بيديه العاريتين أو حتى بالنفخ.
٥- يجب على الطالب أن لا يترك مفتاح الظرف على عمود الثقب.
٦- يجب أن لا يقوم الطالب بارتداء الملابس الفضفاضة داخل الورشة.
٧- إذا كان الطالب ذو شعر طويل فيجب أن لا يترك شعره يتدلى بالقرب من محور الدوران أو السيور أثناء عملية الثقب.
٨- يجب أن لا يقوم الطالب بإيقاف عمود الثقب بيديه بعد فصل التيار الكهربائى.

عمليات التجليخ

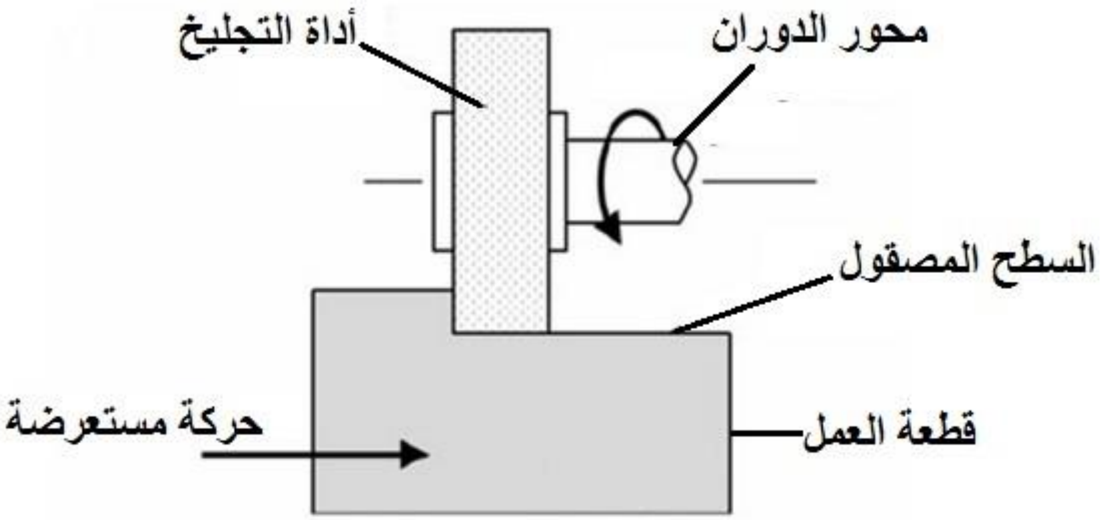


مقدمة :

تنتج المشغولات الهندسية بوساطة عمليات تشغيل مختلفة، وتختلف درجة تنعيم سطح هذه المشغولات تبعا لنوع العملية والآلات المستخدمة فيها. فالعمليات الخشنة مثل السباكة تعطي سطوحا هندسية خشنة، أما عمليات الصقل والتجليخ والتلميع الدقيق فتعطي سطوحا أكثر دقة وأقل خشونة. وتجدر الإشارة إلى ضرورة وضع تكاليف عمليات التشغيل بالحسبان، فالعمليات الخشنة تتطلب تكاليف أقل بكثير من العمليات الدقيقة .

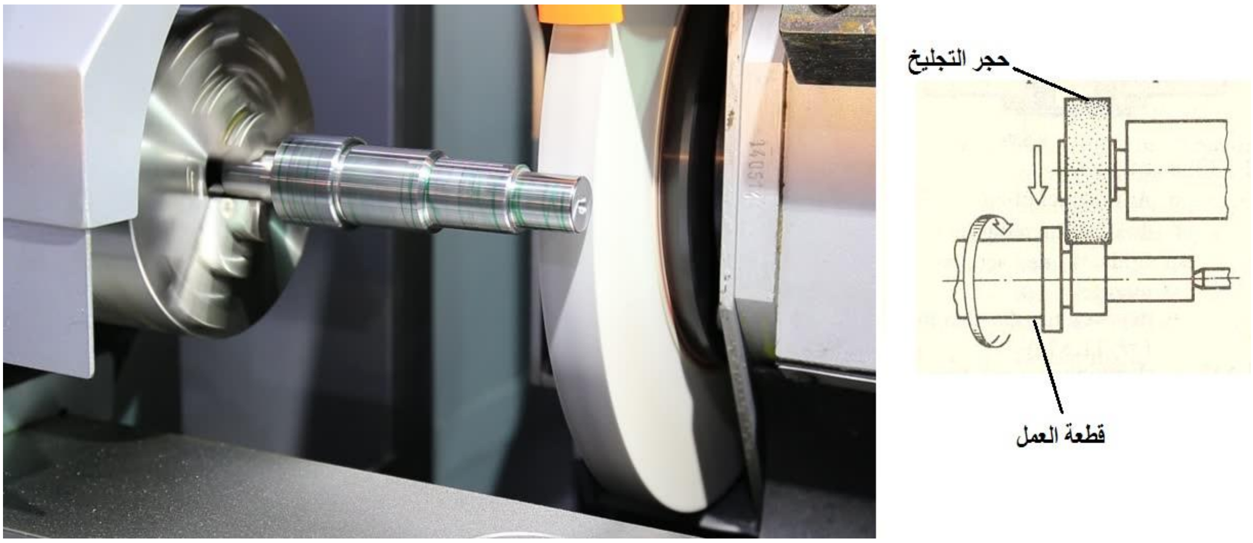
تعريف عملية التجليخ Grinding :

تعرف عملية تنعيم السطوح بأنها مجموعة العمليات الجارية على سطح المادة أو المعدن لجعل هذا السطح مصقولا قدر الإمكان وذلك باستخدام عدد من آلات التشغيل المختلفة. أو هى عملية تشغيل بالحك حيث تستخدم عجلة التجليخ كأداة للقطع ، و تجرى عملية التجليخ للمشغولات التي تتطلب جودة سطحية فائقة ودقة عالية في الشكل والأبعاد كما يصلح التجليخ اقتصاديا للأشغال التي لا تستوجب دقة عالية، كتشذيب حواف المسبوكات مثلا. ويوضح شكل ٥-١ عملية التجليخ السطحى لقطعة عمل.



شكل ٥-١ : يوضح عملية التجليخ السطحى لقطعة عمل.

وتنبع أهمية التجليخ من طبيعة أداة التجليخ والتى يتم بها إزالة أجزاء صغيرة جدا من المعدن تضمن الحصول على نعومة سطح عالية ودقة أبعاد كبيرة ، فتجليخ الأسطح هى عملية تشغيل يستخدم فيها عمق قطع صغير جدا حوالى من 0.002 : 0.03 مم وسرعة قطع عالية لأداة القطع وسرعة تغذية بطيئة حوالى من 0.02 : 0.12 مم/دورة تقوم بها قطعة العمل لضمان الحصول على نعومة سطح عالية وأيضا لتحقيق دقة أبعاد عالية. بينما فى التجليخ الأسطوانى تدور قطعة العمل لتوفير سرعة القطع ويدور ويتحرك حجر التجليخ بموازاة محور قطعة العمل لضمان توفير التغذية الضرورية كما هو موضح بشكل ٥-٢.

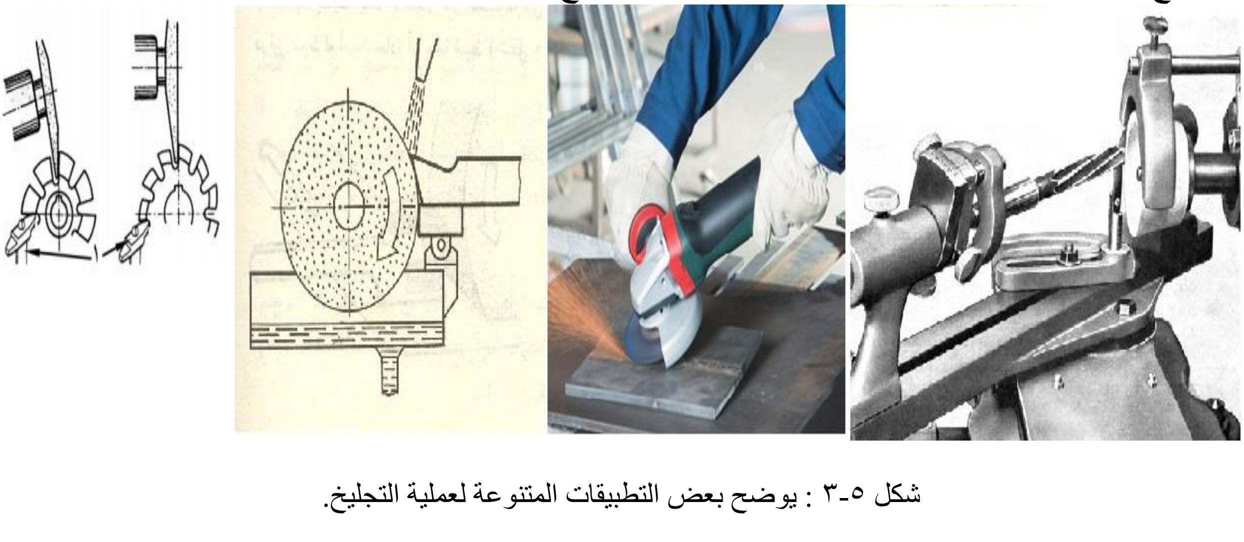


شكل ٥-٢ : عملية التجليخ الأسطوانى.

وتتلخص تطبيقات أو إستخدامات عملية التجليخ فى الأتى :-

- تنعيم الأسطح حيث تستطيع عملية التجليخ أن تعطينا ثلاثة مستويات من التنعيم وهى ; تجليخ عادى من 4 : 8 µm ، تجليخ ناعم من 1 : 4 µm ، وتجليخ ناعم جدا من 0.25 : 1 µm.
- إعادة شحذ (سن) أدوات القطع (لماكينات الخراطة والتفريز وغيرها...) لإسترجاع حدتها وإعادة الحصول على زوايا الأداة الأصلية.
- تنفيذ التفاوتات الضيقة وذلك نظرا لقدرتها على تحقيق دقة أبعاد عالية.
- تشغيل المعادن عالية الصلادة مثل الزهر الأبيض والصلب عالى الكربون.
- تستخدم فى المطروقات واللحام لإزالة الزوائد ، وفى المسبوكات لإزالة المغذيات والمصبات ، وتستخدم أيضا لقطع الكتل الأولية.
- تحقيق دقة الشكل مثل دقة التوازى والتعامد ودقة الإستقامة ودقة الدوران.

ويوضح شكل ٥-٣ بعض التطبيقات المتنوعة لعملية التجليخ.



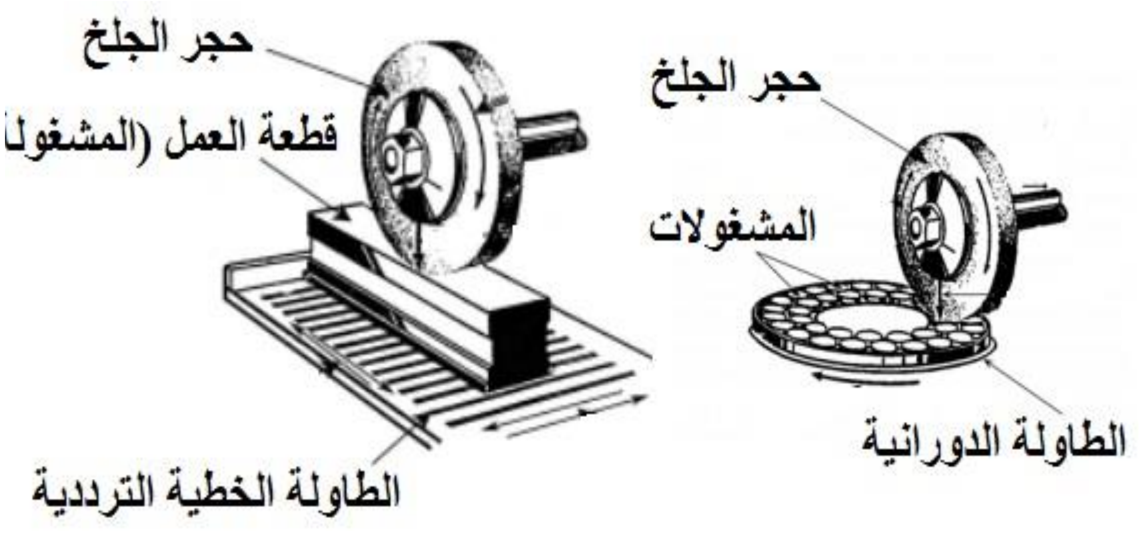
شكل ٥-٣ : يوضح بعض التطبيقات المتنوعة لعملية التجليخ.

ألة التجليخ السطحى:

تستخدم ألات التجليخ السطحى لجلخ الأسطح المستوية وجلخ المجارى.وتنقسم ألات الجلخ السطحى من ناحية وضع محور حجر الجلخ إلى نوعين رئيسين هما :

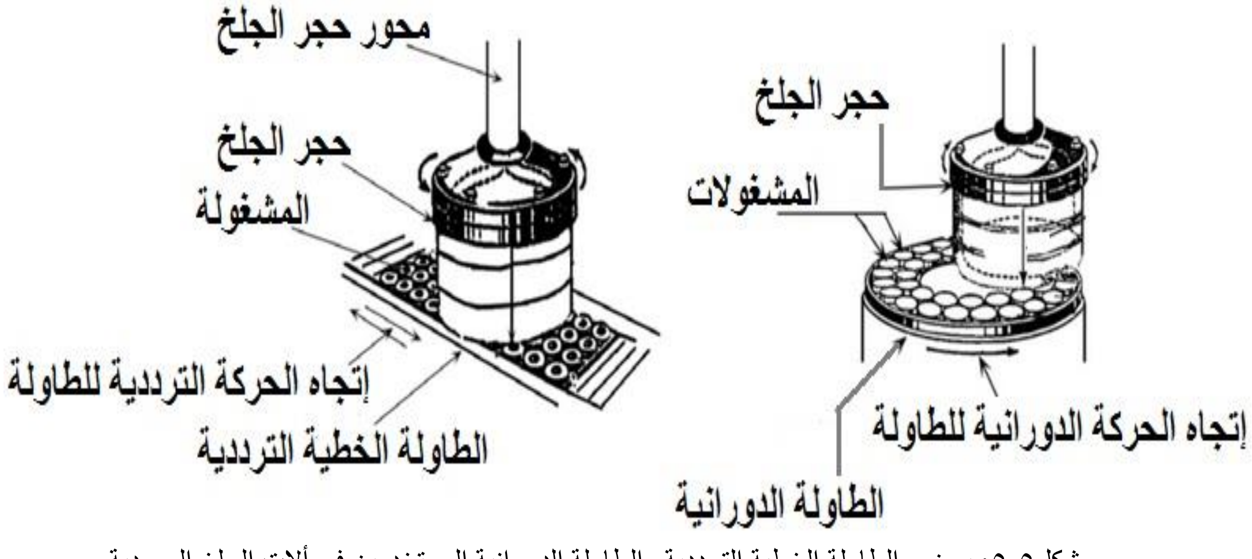
١- ألات الجلخ الأفقية :

وتتميز بأن محور حجر الجلخ فيها يكون أفقيا بحيث تستخدم فى عمليات الجلخ المحيطية ويوجد نوعين من الطاولات يمكن إستخدامهم فى هذه الألة وهما الطاولة الخطية الترددية والطاولة الدورانية كما هو موضح بشكل ٥-٤ .



شكل٥-٤ : يوضح الطاولة الخطية الترددية والطاولة الدورانية المستخدمين فى ألات الجلخ الأفقية.

٢- **ألات الجلخ العمودية :** وتتميز بأن محور حجر الجلخ يكون عموديا ، وأن جبهة حجر الجلخ هى التى تقوم بالقطع ، ويوجد نوعين من الطاولات يمكن إستخدامهم فى هذه الألة وهما الطاولة الخطية الترددية والطاولة الدورانية كما هو موضح بشكل ٥-٥ .



شكل٥-٥: يوضح الطاولة الخطية الترددية والطاولة الدورانية المستخدمين فى ألات الجلخ العمودية.

- **ألة التجليخ السطحى الأفقية :**

يوضح شكل ٥-٦ المكونات الرئيسية لألة التجليخ السطحى الأفقية ، حيث تتكون من المكونات الأتية :-

شكل ٥-٦ المكونات الرئيسية لألة التجليخ السطحى الأفقية.

١- قاعدة الألة :

وتصنع عادة من الحديد الزهر أو المسبوكات الصندوقية ثقيلة الوزن نظرا لقدرتهما العالية على إمتصاص الإهتزازات والتذبذبات بالإضافة للمتانة المطلوبة لحمل أجزاء الألة وضمان جودة عملية التجليخ.

٢- حجر التجليخ "أداة القطع" :

ويصنع حجر الجلخ من مكونين وهما حبيبات القطع والمادة الرابطة التى تثبت الحبيبات لتعطى شكل الحجر ، وتوجد أنواع مختلفة من أحجار التجليخ وذلك لضمان ملائمة التنوع فى مادة قطعة العمل وإختلاف أشكالها وتعدد مواضع القطع وتنوع مدى نعومة الأسطح المطلوبة.

٣- نظام الحركة الألية :

حيث تتم الحركة الألية من خلال نظام هيدروليكى (تغذية ألية لطاولة العمل) من أجل أن تتم عمليات التجليخ بسرعة ودقة ، حيث تتراوح مقدار التغذية الألية من ٥ م/د إلى ٢٥ م/د ويمكن أن يكون نظام الحركة أليا كهربائيا باستخدام محركات كهربائية.

٤- طاولة الألة :

و يوجد بسطح الطاولة مجارى على شكل حرف T لتثبيت المشغولات ووسائل الربط المختلفة ، ويتم تحريك هذه الطاولة يدويا فى الإتجاه الطولى أو العرضى بواسطة أيدى التغذية الموضحة بشكل ٥-٦.

٥- القائم :

يحتوى القائم على مجارى عمودية لتحريك حجر الجلخ الحركة الخطية العمودية ، و يحتوى أيضا على محرك كهربائى لتزويد حجر الجلخ بالحركة الدورانية.

• مواصفات أحجار التجليخ Grinding Wheels Specifications :

كما ذكرنا أن أحجار التجليخ تصنع من مكونين رئيسيين وهما حبيبات القطع والمادة الرابطة المثبتة للحبيبات ، وغالبا ما تصنع الحبيبات القاطعة من أكسيد الألومنيوم ويرمز لها بالرمز (A) أو من كربيد السيليكون ويرمز لها بالرمز (C) . وفيما يلى سنتعرض لبعض مواصفات أحجار التجليخ :-

١- رمز الحجر :

نظرا لكثرة وتنوع أحجار التجليخ ، فقد أصطلح على إستخدام الترميز لتسهيل الإختيار بين أحجار التجليخ للأعمال المختلفة والتعبير عنها فى برامج التشغيل الرقمية وفى خطط الإنتاج.
ويتكون رموز حجر التجليخ من خمسة خانات وهم كالأتى :-

- الخانة الأولى وتعبر عن المادة المصنوع منها حبيبات القطع وتكون أحد الحروف الأتية ; حرف A (أكسيد الألومنيوم) أو حرف C (كربيد السيليكون) أو حرف D (كريستال) أو حرف MD (كريستال صناعى).
- الخانة الثانية وتتكون من رقمين وهى توضح حجم الحبيبات (٨ : ٢٤ خشنة ، ٣٠ : ٦٠ متوسطة ، ٨٠ : ١٨٠ ناعمة ، ٢٠٠ : ٦٠٠ ناعمة جدا).
- الخانة الثالثة وتكون حرف وتحدد درجة الحجر (D : A طرى جدا ، T : E طرى ، U : Y صلد ، Z صلد جدا).
- الخانة الرابعة وتكون رقم يعطى معلومة عن كثافة الحجر (١ : ٨ كثيف ، ٩ : ١٥ قليل الكثافة).
- الخانة الخامسة وتكون حرف يوضح نوع المادة الرابطة ، وتوجد أنواع مختلفة من المواد الرابطة ، وهى:

V: روابط خزفية (Vertified).
B: أصماغ صناعية (Resinoid).
R: مطاط (Rubber).
E: شيلاك (Shellac).
S: روابط سليكاتية (Sillicate).
Mg: أكسيد ماغنسيوم (Magnesiam).

٢- أشكال الأحجار :

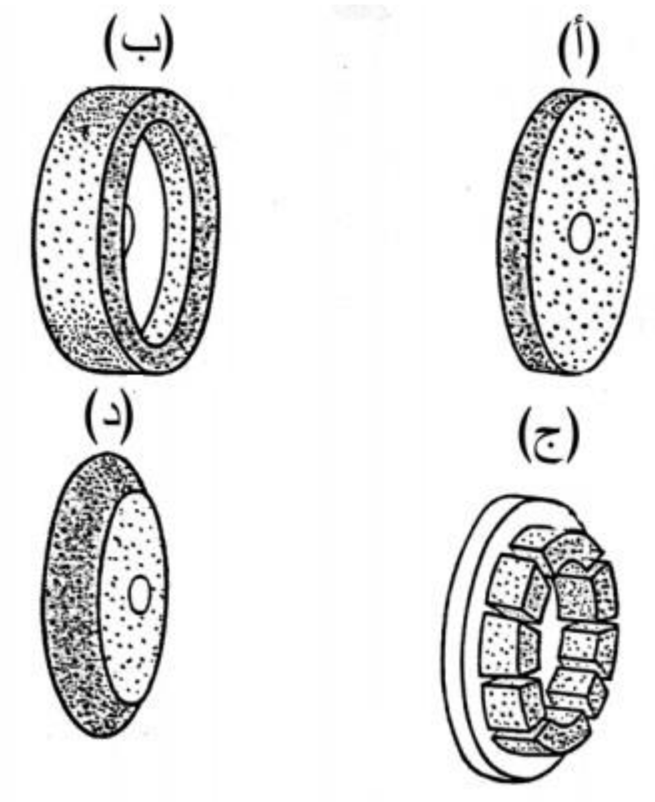
تتنوع أشكال أحجار الجلخ تبعا لنوعية عملية التجليخ وتصنف أحجار الجلخ من حيث أشكالها كما هو موضح بشكل ٥-٧ كالتالى :-

أ- **"عدل"** ويستخدم هذا النوع فى ألات الجلخ السطحى الأفقية حيث تتم عملية التجليخ بواسطة محيط الحجر.

ب- **"طبقى"** ويستخدم هذا النوع فى عمليات التجليخ الجبهى.

ج- **"مركب"** ويستخدم هذا النوع فى عمليات التجليخ الجبهى للمشغولات الكبيرة.

د- **"تشكيلى"** ويستخدم هذا النوع فى عمليات التجليخ السطحى بأشكال معينة.



شكل ٥-٧ : يوضح أشكال أحجار الجلخ.

٣- صلادة أحجار التجليخ :

ويقصد بصلادة أحجار التجليخ مدى متانة الترابط بين الحبيبات القاطعة أى تركيب المادة الرابطة بين هذه الحبيبات ويوضح جدول ٥-١ تصنيف صلادة أحجار التجليخ.

الصلادة	الترميز
لين	E F G H J K
متوسط	L M N O
صلد	P Q R S T U V W X Y Z

جدول ٥-١ : يوضح تصنيف صلادة أحجار التجليخ.

- **إختيار أحجار التجليخ :**

يتوقف إختيار حجر التجليخ المناسب على عدة عوامل أهمها هو الأتى :

- **نوعية المادة المراد تجليخها :**
  حيث يتم إختيار الحجر اللين لتجليخ المادة الصلبة ، وإختيار الحجر الصلد لتجليخ المادة الطرية أو اللينة.
- **حجم أو كمية المراد إزالتها (عمق القطع) :**
  حيث يتم إختيار حجر تجليخ خشن الحبيبات ومفتوح التوزيع لعمق قطع كبير خاصة عندما تكون نعومة سطح التشغيل قليلة الأهمية.
- **مدى نعومة السطح المراد تجليخه :**

حيث تعتمد نعومة سطح التشغيل على قياس حبيبات حجر تجليخ فكلما كانت الحبيبات أدق كان سطح التشغيل الناتج أكثر نعومة.

➢ **مساحة منطقة التجليخ (تماس الحجر) :**

حيث كلما زادت مساحة منطقة التماس بين الحجر والمشغولة ينبغى أن يكون الحجر أكثر ليونة.

➢ **سرعة القطع والتغذية :**

حيث فى حالة القطع الخشن يجب إستخدام سرعة قطع منخفضة وتغذية كبيرة ، وفى حالة المشغولات الهشة يجب إستخدام سرعة قطع عالية وتغذية صغيرة للتخلص من الحرارة.

➢ **السرعة المحيطة للقرص :**

حيث تؤثر السرعة المحيطة فى أداء الوظيفة المحددة بالمواصفات إذ تؤدى زيادة السرعة إلى تصرف القرص وكأن درجة صلادته أعلى من درجة الصلادة المحددة. ويوضح جدول ٥-٢ قيما توجيهية للسرعة المحيطة بوحدة م/ث وذلك للرجوع إليها فى حال عدم تحديد السرعة المحيطية على القرص.

مادة قطعة العمل	السرعة المحيطة م/ث
فولاذ	**٢٥**
حديد زهر	**٢٠**
معدن قاسى (كربيد)	**٨**
معادن غير حديدية	**٢٥**

جدول ٥-٢ : قيم السرعة المحيطية لبعض المعادن.

ويوضح جدول ٥-٣ الإستخدام العام لأحجار التجليخ طبقا لنوعها :

النوع	الإستخدام العام
أحجار تجليخ طرية (لينة)	**- المعادن الصلدة ذات البنية دقيقة الحبيبات. - إزالة أكبر كمية من المعادن. - المعادن المصلدة (المقساة).**
أحجار تجليخ صلدة	**- الحصول على أبعاد دقيقة التفاوت. - الحصول على سطح ناعم.**

جدول ٥-٣ : يوضح الإستخدامات العامة لأحجار التجليخ طبقا لنوعها.

وتجدر بنا الإشارة هنا إلى أنه توجد عوامل أخرى تؤثر على إختيار حجر التجليخ كسرعة التجليخ ، و سرعة قطعة التشغيل وحالة ماكينة التجليخ ومهارة التقنى ، ودقة التشغيل بالإصافة نوعية ماكينة التجليخ المستخدمة. ويوضح جدول ٥-٤ كيفية إختيار حجر التجليخ المناسب عند إجراء عملية التجليخ السطحى.

المعدن	مادة الحبيبة	قطر حجر الجلخ بالمليمترات							
		حجر عدل حتى 200		حجر طبق					
				حتى 200		أكبر من 200 حتى 350		قطعة من دائرة	
		الحبيبات	الصلادة	الحبيبات	الصلادة	الحبيبات	الصلادة	الحبيبات	الصلادة
الصلب غير المقس	أكسيد ألومنيوم	46	K...J	46	K...J	36	K...J	24	K...J
الصلب المقسى	أكسيد ألومنيوم	46	J...H	36	J...H	30	J...H	30	J
صلبالسرعات العالية المقسى	أكسيد ألومنيوم	46	H...G	46	J...G	36	H	30	H
الكربيد	كربيد سليكون	60	H	60	H	50	H	46	H
الزهر الرمادي	أكسيد ألومنيوم كربيد سليكون	46	J	46	J	36	J	30	J
سبائك الزنك والمعادن الخفيفة	كربيد سليكون	36	J(Ba)	36	J(Ba)	24	J(Ba)	20	J(Ba)

جدول ٥-٤ : كيفية إختيار حجر التجليخ المناسب عند إجراء عملية التجليخ السطحى.

- **كيفية تثبيت قطع العمل :**

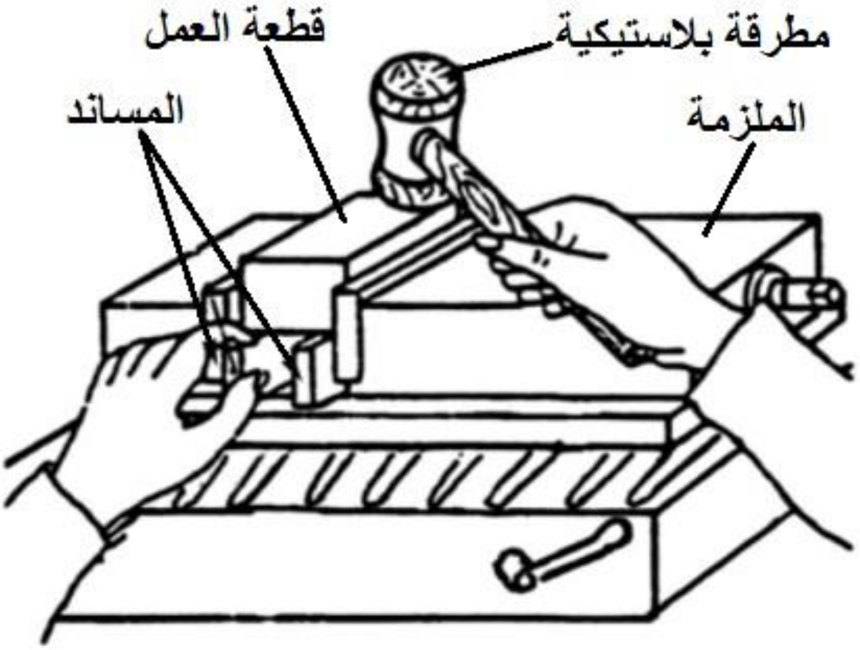
توجد طرق ووسائل عديدة لتثبيت قطعة العمل (المشغولة) لإجراء عملية تجليخ لسطحها لضمان عدم حركتها أثناء التجليخ والحصول على درجة الجودة المطلوبة لتشغيل السطح ونعومته وسنستعرض هنا بعض هذه الطرق :-

١- التثبيت باستخدام الملزمة:

تعد الملزمة من أشهر الوسائل المستخدمة لتثبيت المشغولات أثناء عمليات التشغيل المختلفة ، وفى حالة التجليخ يتم إستخدام الملزمة(المنجلة) لتثبيت أو ربط المشغولات الصغيرة نسبيا وخصوصا المشغولات المصنوعة من مواد غير حديدية (Non Ferrous Metals) وذلك لصعوبة تثبيتها باستخدام طريقة الظرف المغناطيسى والتى سوف نتناولها لاحقا ، وتتلخص خطوات تثبيت قطع العمل باستخدام الملزمة كالتالى :-

- يقوم الطالب أولا بتنظيف الملزمة من الشوائب والزيوت الموجودة بسطحها ثم تجهيز الملزمة فى وضع الربط.
- يقوم الطالب بتنظيف سطح الظرف المغناطيسى وتهيئته للإستخدام.
- يقوم الطالب بحمل الملزمة ووضعها فوق سطح الظرف المغناطيسى ، ثم يقوم بتفعيل قوة الظرف المغناطيسى.
- يقوم الطالب بتنظيف وتجهيز قطعة العمل.
- يقوم الطالب باستخدام مبرد مناسب لبرد حواف وزوايا المشغولة وذلك لإزالة الرايش العالق عليها نتيجة عمليات التشغيل السابقة للتجليخ كالخراطة والتفريز والكشط.....إلخ ، ثم يقوم بقياس قطعة العمل لتحديد عمق القطع.
- يقوم الطالب بوضع واقيات بين فكى الملزمة وذلك لحماية الأسطح الجانبية للمشغولة ويقوم أيضا بوضع مساند متوازية أسفل المشغولة وذلك لضمان الإستواء الأفقى لسطحها. ويوضح شكل ٥-٨ كيفية تثبيت قطعة العمل على الملزمة.
  - يضع الطالب قطعة العمل بين فكى الملزمة ثم يشد الملزمة عليها شدا خفيفا.

- يقوم الطالب بالطرق على سطح المشغولة باستخدام مطرقة بلاستيكية وذلك لضمان الإستواء الأفقى لسطح المشغولة مع المساند المتوازية أسفلها ثم يقوم بشد الملزمة بإحكام.



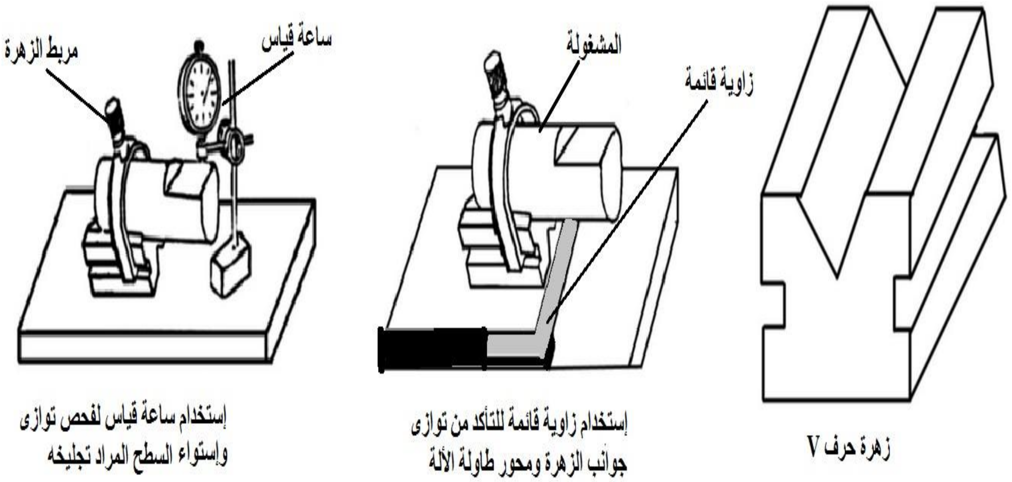
شكل ٥-٨ : يوضح كيفية تثبيت قطعة العمل على الملزمة.

٢- التثبيت باستخدام زهرة على شكل حرف V :

كما أسلفنا فى الوحدات السابقة أن الزهرة على شكل حرف V تستخدم لتثبيت و ربط قطع العمل أسطوانية الشكل ، وذلك بواسطة مرابط خاصة و يوجد منها عدة أحجام و قياسات لتتناسب مع قطر المشغولة المراد ربطها بحيث يكون سطح المشغولة العلوى أعلى بقليل من سطح الزهرة. و تتلخص خطوات ربط المشغولة على الزهرة V فى الأتى :

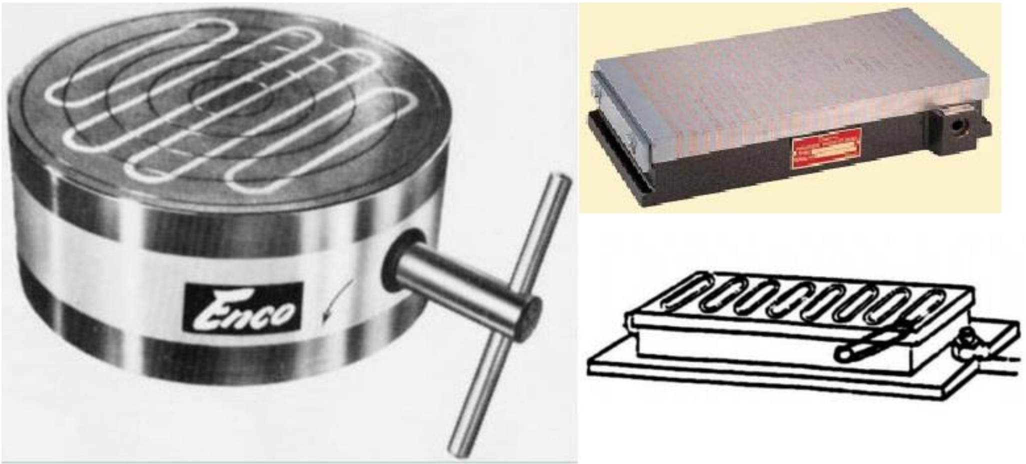
- يقوم الطالب أولا باختيار المقاس المناسب من الزهرة V لقطر المشغولة التى ستثبت خلالها.
- يقوم الطالب بوضع المشغولة داخل الزهرة V بحيث يكون السطح المراد تجليخه بارزا نسبيا لأعلى عن حافة الزهرة ثم يقوم بوضع كلا من الزهرة والمشغولة على سطح الظرف المغناطيسى بعد تنظيفه وتهيئته.
- يقوم الطالب باستخدام زاوية قائمة لموازاة جوانب الزهرة V مع محور طاولة الألة. وبعد التأكد من التوازى يقوم الطالب بتفعيل قوة الظرف المغناطيسى وذلك لضمان تثبيت الزهرة.
- يقوم الطالب باستخدام ساعة قياس لفحص توازى وإستواء السطح المراد تجليخه ثم بعد ذلك يقوم بشد مربط الزهرة على المشغولة .

و يوضح شكل ٥-٩ الزهرة V وبعض خطوات تثبيت المشغولة بها.



شكل ٥-٩ : يوضح الزهرة V وبعض خطوات تثبيت المشغولة بها.

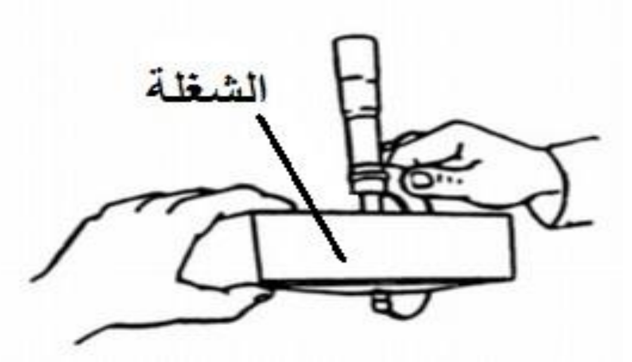
٣- التثبيت باستخدام الظرف المغناطيسي:



شكل ٥-١٠ : يوضح بعض صور الظرف المغناطيسى.

يوضح شكل ٥-١٠ بعض صور الظرف المغناطيسى والذى يعد من أهم الوسائل المستخدمة لربط المشغولات على ماكينة التجليخ السطحى ، فهو يستخدم لربط المشغولات أو قطع العمل الحديدية (Ferrous Metals) القابلة للمغنطة (أى الإنجذاب للقوى المغناطيسية) حيث يثبت الظرف المغناطيسى على طاولة الألة بواسطة عدد من البراغى وأحزمة الربط المخصصة لذلك. وتتلخص خطوات تثبيت المشغولات على الظرف المغناطيسى فى الأتى :

- يتم تجهيز الظرف المغناطيسى وذلك بتنظيف سطح الظرف وإزالة أى تشوهات موجودة على الظرف باستخدام حجر مسن ناعم ، ثم يتم بفحص إستوائية سطح الظرف المغناطيسى باستخدام ساعة القياس.
- يتم تجهيز المشغولة للربط وذلك باختيار مبرد مناسب لبرد حواف وزوايا المشغولة من الرايش العالق عليها نتيجة عمليات التشغيل السابقة للتجليخ كالخراطة والتفريز والكشط.....إلخ ، ثم يتم قياس قطعة العمل لتحديد عمق القطع كما بشكل ٥-١١.



شكل ٥-١١ : يوضح قياس قياس قطعة العمل لتحديد عمق القطع.

- ثم يتم وضع المشغولة على الظرف المغناطيسى وذلك بموازاة المشغولة مع حافة الظرف المغناطيسى و يتم تدعيم قطعة العمل باستخدام أسطح موازية مساعدة.
- يتم تهيئة وتفعيل قوة الظرف المغناطيسى.

• تعليمات السلامة والأمان أثناء عملية التجليخ :

هناك مجموعة من الإرشادات والتعليمات التى يجب أن يلم بها الطالب ويتبعها قبل وأثناء إجراء عملية التجليخ للحفاظ على سلامته الشخصية أولا ثم سلامة الألة التى يستخدمها وتتلخص هذه التعليمات فى الأتى :-

قبل تشغيل الألة

١- يجب أن يعرف الطالب كيفية إيقاف الألة فى حالة الطواوىء.
٢- يجب أن يكون الطالب على دراية بالسرعة القصوى المسموح بها (دورة/دقيقة) للحجر الذى تم تركيبه.
٣- يجب أن يقوم الطالب بفحص حالة حجر التجليخ والتأكد من سلامته قبل تركيبه فى الألة.
٤- يجب أن يقوم الطالب بفحص حالة التوصيلات والكابلات الكهربائية الخاصة بالألة.
٥- يجب أن يقوم الطالب بفحص مستوى الزيت فى الألة قبل تشغيلها.
٦- يجب أن يقوم الطالب بضبط وضع شفاط الغبار قبل التشغيل.
٧- يجب أن يتأكد الطالب من مدى ثبات الصامولة الرابطة للحجر.
٨- يجب أن يقوم الطالب بفحص مستوى سائل التبريد الموجود فى الخزان قبل التشغيل.
٩- يجب أن يقوم الطالب بالتأكد من مدى سلامة خرطوم وفوهة سائل التبريد قبل التشغيل.
١٠- يجب أن يقوم الطالب بالتأكد من أن الوسيلة المستخدمة لتثبيت قطعة العمل مثبتة بقوة كافية للمنضدة وأن الظرف المغناطيسى ممسك بقطعة العمل بقوة.

تشغيل الألة

١١- يجب أن يقف الطالب بعيدا عند تشغيل الحجر.
١٢- قبل تنفيذ أى قطع تأكد من الأداة لا تصطدم بقطعة العمل فى أى موضع.
١٣- عندما يلمس الحجر سطح الشغلة للمرة الأولى ، حرك الحجر على كامل طول الشغلة لربما يكون سطح القطعة مائلا بدرجة كبيرة ، أيضا إختبر مدى إستواء القطعة فى إتجاه عرضها.
١٤- إحفظ يدك بعيدا عن الحجر الدائر وعن قطعة العمل المتحركة.
١٥- لا تمرر إصبعك على سطح الشغلة ولا تزيل الرايش عندما تعمل الألة.
١٦- إنصت لصوت الحجر عندما يقطع وتعلم أن تتعرف متى يقوم الحجر بالقطع بكفائة عالية.
١٧- إذا تعرضت لأى مشكلة فاسأل المشرف ليساعدك.
١٨- فى حالة وقوع حادثة أوقف الألة بمفتاح الطوارىء.

الجزء الثاني: الفرايز التقليدية والفرايز المبرمجة بالحاسب CNC

ماكينات الفرايز Milling operation

مقدمة:

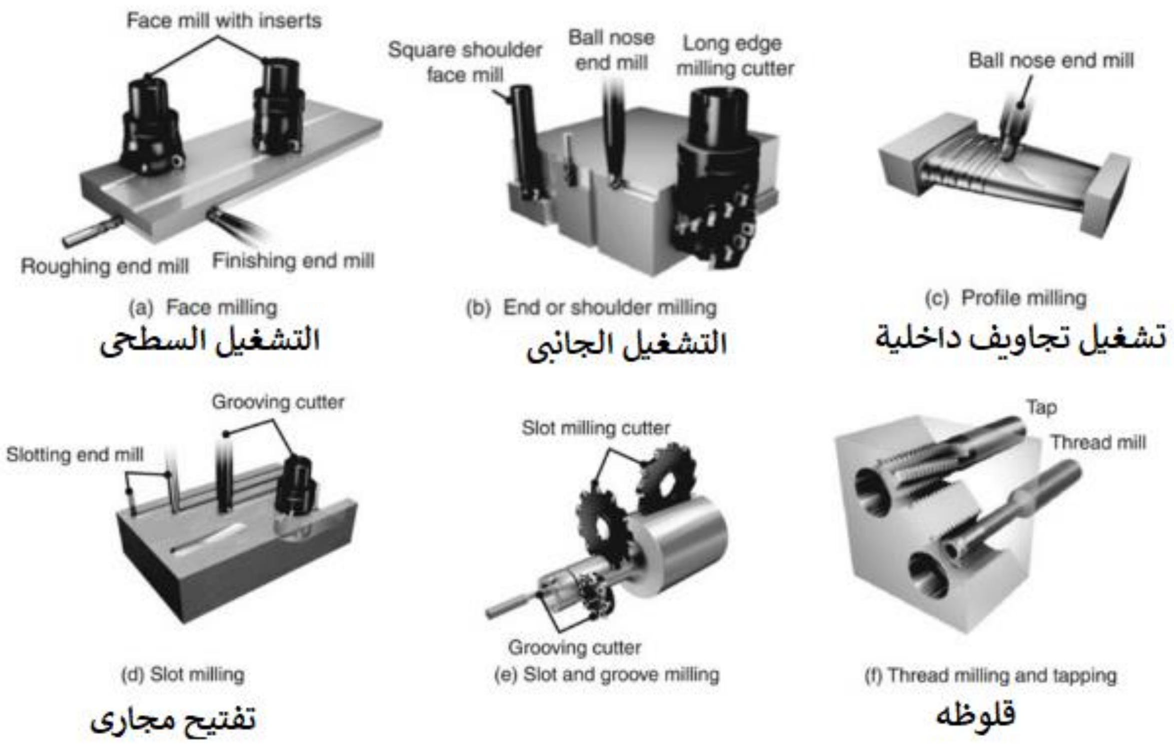
تشغيل المعادن هو تغيير شكل كتلة معدنية أولية عبر إزالة جزء منها بواسطة أداة تزيل المعدن على هيئة قطع صغيرة تسمى الرائش، مثل عمليات البرادة و القشط و الخراطة و الفرايز. بالرغم من تطور عمليات التشغيل الميكانيكي إلا أن عمليات التشغيل التقليدي لا يمكن الاستغناء عنها، ولها مجالات عمل كثيرة و تستخدم بكثرة في الورش الإنتاجية. تؤدي ماكينات الورش التقليدية دورا مهما في تصنيع معظم المنتجات المعدنية، ويستخدمها عمال الورش في عمل أجزاء بعض المنتجات. وعند إزالة أجزاء زائدة من المعدن لابد أن يعرف الفني أيضا مقدار المعدن اللازم إزالته من كل سطح أثناء عمليات التشغيل للوصول إلى الأبعاد المطلوبة.

و تعد عمليات التفريز من الأساسيات الهامة للتشغيل الميكانيكي وهي احد تطبيقات عمليات التشغيل بإزالة المعدن حيث يعتبر التفريز أحد أهم طرائق تشغيل المعادن. يستخدم التفريز أساسا لتشغيل القطع المنشورية ويمتاز بالإنتاجية العالية نسبة لتعدد حدود القطع مقارنة بالكشط والنطح حيث تستخدم أداة قطع ذات حد قاطع واحد. إن جودة المنتجات الصناعية تستدعى تصنيع قطع ميكانيكية بدقة عالية ولهذا يجب على فنيو التشغيل الميكانيكي استيعاب كافة المفاهيم والمعارف المتعلقة بعمليات التفريز.

و الهدف لعام لهذه الوحدة module هو أن يكون المتدرب قادرا على معرفة أجزاء الفريزة الأساسية و طريقة تشغيلها و تنفيذ العمليات الأساسية عليها حتى يتمكن من تنفيذ المتطلبات الخاصة بالتشغيل بدقة عالية. كما يتم فيها تعريف المتدرب على جميع طرق وانواع التفريز السطحي و عمل المجاري الطولية.

١-١ العمليات التي يتم تنفيذها على الفريزة:

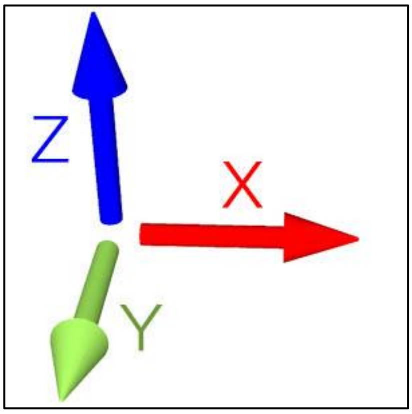
عملية التفريز هي إحدى عمليات التشغيل بإزالة الرايش بوساطة أداة ذات عدة حدود قاطعة موزعة على محيطها تسمى أداة التفريز (سكينة الفريزة). آلات التفريز من آلات التشغيل الهامة التي تستخدم في ورش التشغيل على نطاق واسع لإنتاج المشغولات المختلفة لما تتميز به هذه الالات من دقة، ومزايا لا تتوافر فى آلات التشغيل الأخرى. وتستطيع الفريزة عمل العديد من الأشكال المعقدة والبسيطة مثل المجاري والتجويفات (الأخاديد) والاسطح المستوية والثقوب والحواف المنحنية، وحفر داخلي وكذلك اللوالب الكبيرة الخطوة والعمق و عمل التروس. شكل ٦ يوضح بعض عمليات التفريز.



شكل 6 استخدامات ماكينات التفريز

٢-١ الحركات الأساسية لآلات التفريز:

و تتلخص حركات القطع اثناء عمليات التفريز باستخدام مقطع تفريز (سكينة تفريز) متعدد الحدود القاطعة تدور حول محورها (حركة القطع للعدة القاطعة) وأثناء دوران سكينة التفريز تتقدم نحوها المشغولة في الاتجاهات X,Y,Z لإحداث حركة التغذية.



شكل ٧: محاور الحركة في الفريزة

أ- **حركة القطع الدورانية:** وهي حركة دوران مقطع التفريز حول محوره (دورة / دقيقة) .

ب- **حركة التغذية الطولية (محور X) :** هي حركة تقدم المشغولة في اتجاه مقطع التفريز (في الاتجاه X) و تقاس بوحدة مم/ دقيقة.

ت- حركة التغذية الجانبية (محور Y): هي مقدار التغذية العرضية للمشغولة في الاتجاه Y و تقاس بوحدة مم/ دقيقة.

ث- عمق القطع (محور Z): هو مقدار التغذية الرأسية في الاتجاه Z لتحديد سمك المعدن المزال بواسطة مقطع التفريز في شوط واحد المنضدة التفريز.

١-٣ أنواع الفرايز:

الفريزة هي آلة تستخدم لتشغيل المعادن. وللفرايز نوعان رئيسيان طبقا لوضع محور الآلة الحامل لأداة القطع، فاذا كان المحور أفقيا سميت بالفريزة الأفقية، وإذا كان المحور عموديا سميت بالفريزة العمودية، وهنالك نوع عام يمكن لأداة القطع أن تدور وفق المحورين الأفقي والعمودي. ويمكن للفريزة أن تكون ذات تحكم يدوي أو نصف آلي ومنها فرايز مبرمجة بالحاسب (CNC) .

اثناء عملية التفريز في الفرايز الأفقية و الفرايز الرأسية تتحرك قطعة الشغل، المثبتة على المنضدة أو في الملزمة، حركة تغذية مستقيمة. وتؤدي الأداة (سكينة التفريز) والمثبتة في مقدمة عمود الإدارة حركة القطع الدائرية.

أنواع الفرايز حديثا تتمحور حول الأنواع التالية:

١. الفريزة الأفقية Horizontal milling machine
٢. الفريزة الرأسية (العمودية) Vertical Milling machine
٣. الفريزة العامة (الشاملة) Universal Milling machine
٤. الفرايز الخاصة Special milling machines
٥. الفرايز الأتوماتيكية Automatic milling machine
٦. الفرايز المبرمجة بالحاسب CNC milling

أولا: الفريزة الأفقية Horizontal milling machine

تستخدم الفريزة الأفقية عادة في عمليات التفريز المحيطي الهابط Peripheral down milling، حيث يكون محور دوران عمود الفريزة (محور سكينة التفريز) في الاتجاه الافقي أي موازيا لسطح المشغولة، ويتم القطع بواسطة الحدود القاطعة الموزعة بانتظام علي محيط مقطع التفريز حيث تكتسب العدة القاطعة (سكينة التفريز) حركة القطع الدورانية.

وتشبه من حيث الأجزاء الرئيسة والحركات الأساسية آلة التفريز العمودية عدا الذراع العلوي الأفقي، وسندة الذراع. وتستخدم بشكل رئيسي في عمليات التفريز بأدوات تفريز محلية وقرصية وأحيانا جبهية. وتستعمل مثل هذه الآلات في تشغيل الأسطح المستوية والتشكيلية والمجاري وتشكيل أسنان التروس.

شكل-٨ ماكينة تفريز أفقية

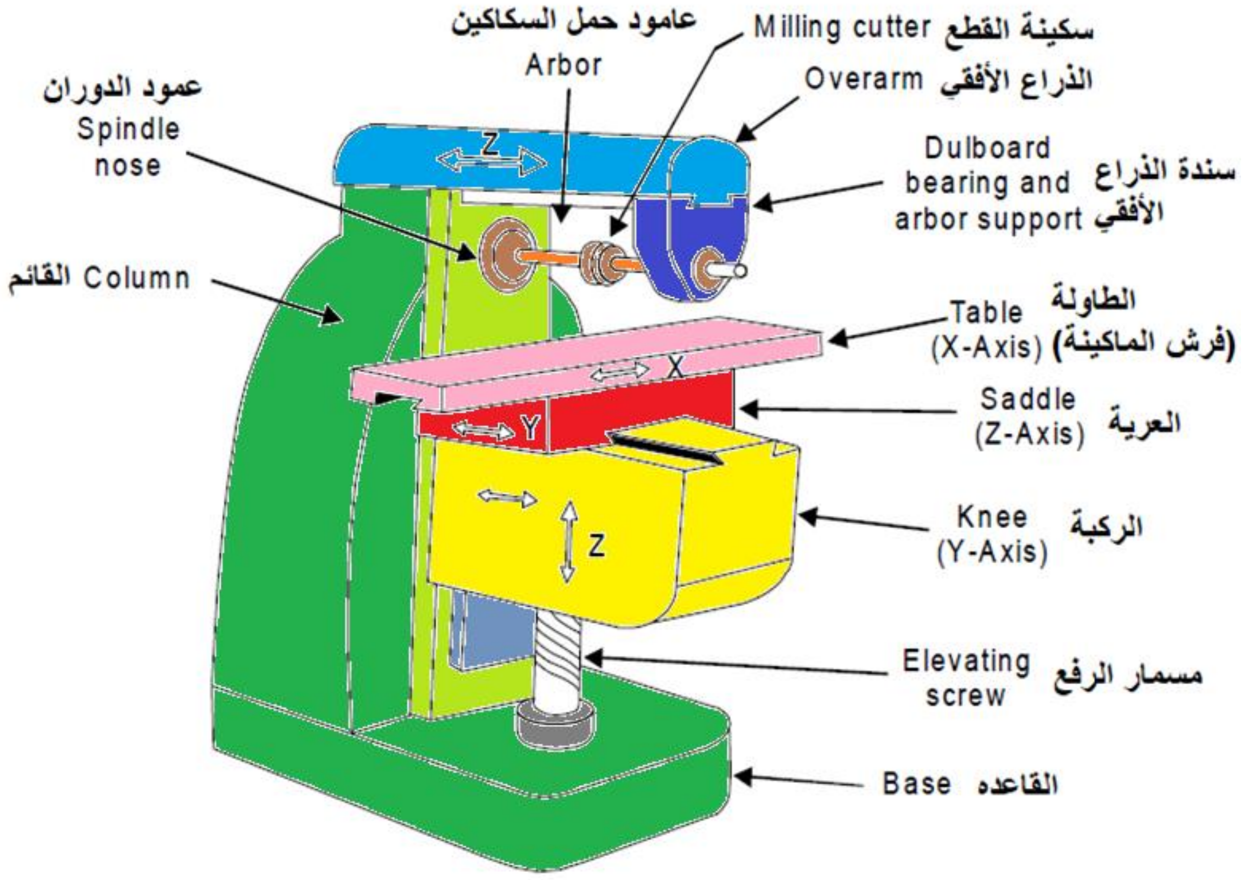
١- الحركات الأساسية لآلة التفريز الأفقيه:

يبين شكل ٩ الحركات الأساسية لآلة التفريز الأفقية وهي:

أ- حركة محور حامل السكين: يدور محور حامل السكين حركة دورانية، و يكون محور دوران سكينة القطع افقيا موازيا للشغلة ، ويكون اتجاه دوران عمود الفريزة في نفس اتجاه حركة المشغولة، و تاتي حركته الدورانية من صندوق السرعات بعد تشغيل محرك محور دوران الآلة.

ب- حركات طاولة آلة التفريز:- توجد ثلاث حركات لطاولة آلة التفريز ويتم التحكم بها بواسطة أذرع مختلفة وهي كما يأتي:

- الحركة الطولية في اتجاه محور X : وهي حركة طاولة الآلية إلى اليمين أو الشمال ، لاحظ اتجاه الأسهم في الشكل التالى
- الحركة العرضية في اتجاه محور Y : وهي حركة الطاولة إما باتجاه عمود القائم أو بعيدا عنه ، لاحظ اتجاه الأسهم في الشكل التالى.
- الحركة الرأسية في اتجاه محور Z : وهي حركة الطاولة إلى الأعلى والأسفل ، هو اتجاه التغذية وتتم التغذية يدوية أو آليا.



شكل ٩: احداثيات الحركة للفريزة الأفقية

٢- استخدامات آلة التفريز الأفقية:

تستخدم آلة التفريز الأفقية في العديد من عمليات تشغيل المعادن كما يلي:

- تسوية الأسطح المستوية والجانبية.
- فتح المجاري المتعامدة من الجانبين.
- فتح المجاري الزاوية (ذات الزوايا والمعشقة على الأسطح المستوية.
- قطع الأقراص المسننة (Sprockets)
- تسوية الأسطح المتعامدة.

ثانيا: الفريزة الرأسية (العمودية) Vertical milling machine

تستخدم هذه الماكينة عادة في عمليات التفريز الوجهي (السطحي) Face milling، وسميت بألة التفريز العمودية لوجود محور رأس التفريز بشكل عمودي على طاولة الماكينة (موازيا للمحور Z) أي يكون محور مقطع التفريز في هذه الماكينة عموديا علي سطح المشغولة، وتتم عملية القطع بواسطة الحدود القاطعة الموزعة علي محيط جبهة مقطع التفريز. تستخدم هذه الماكينات في انتاج الاسطح ذات الاشكال الفراغية (الوجهية) المختلفة باستخدام مقاطع تفريز كثيرة الحدود. ولزيادة مجال استخدام الفريزة العمودية يكون رأس عمود الدوران قابلا للإمالة بالنسبة إلى سطح الطاولة.

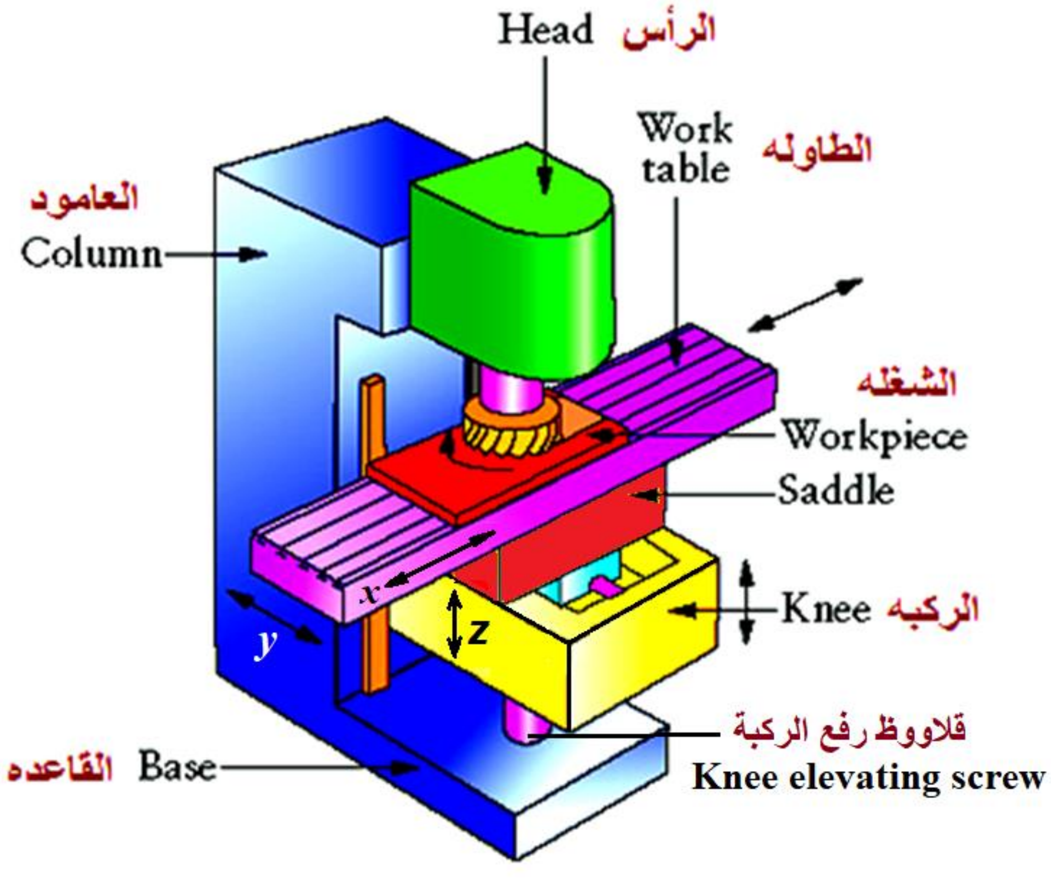
١- الحركات الأساسية لآلة التفريز الرأسية:

يبين الشكل التالى الحركات الأساسية لآلة التفريز العمودي وهي:

ت- حركة محور حامل السكين : يتحرك محور حامل السكين حركة دورانية، وكذلك حركة رأسية إلى أعلى وأسفل بواسطة يد التحريك. أما حركته الدورانية فتأتي من صندوق السرعات بعد تشغيل محرك محور دوران الآلة.

ث- حركات طاولة آلة التفريز: توجد ثلاث حركات لطاولة آلة التفريز كما هو مبين في شكل ١٠ ويتم التحكم بها بواسطة أذرع مختلفة وهي كما يأتي:

- الحركة الطولية في اتجاه محور X: وهي حركة طاولة الآلية إلى اليمين أو الشمال.
- الحركة العرضية في اتجاه محور Y: وهي حركة الطاولة إما باتجاه عمود القائم أو بعيدا عنه.
- الحركة الرأسية في اتجاه محور Z: وهي حركة الطاولة إلى الأعلى والأسفل.



شكل -10 ماكينه تفريز عموديه

٢- استخدامات آلة التفريز العمودية:

تستخدم آلة التفريز العمودية في العمليات التالية،

- تسوية وتشكيل الأسطح المستوية.
- فتح الثقوب وتوسيعها.

- تشكيل المجاري على الأسطح الأسطوانية.
- إنتاج الكامات.
- تفريز الأسطح المائلة.

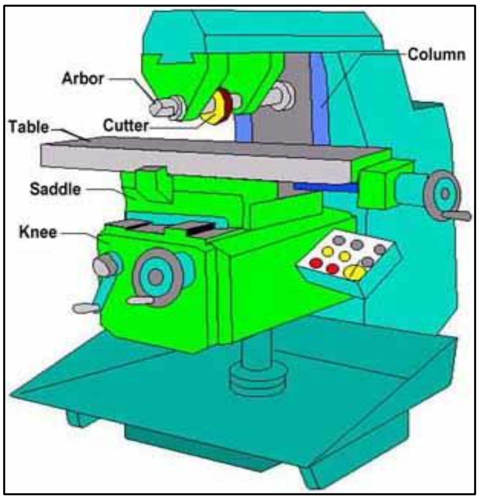
ثالثا: ماكينة التفريز العامة (الشاملة) Universal Milling Machine

الماكينة العامة تجمع النوعيين السابقين في الة واحدة، وهي الماكينة الاكثر شيوعا واستخداما حيث تقوم بجميع اعمال الفريزة الافقية كما يمكن تركيب الرأس المساعدة المتعددة المهام والاستخدامات فتتحول الي فريزة رأسية بامكانيات غير محدودة، و بالتالي فهي تشمل الفريزة الأفقية والراسية وتستخدم في التفريز المحيطى والتفريز الوجهى (السطحى) ، كما تكون طاولة العمل فيها قابلة للتدوير وشكل ١١ يوضح احدي هذه الماكينات.

شكل -11 ماكينات التفريز الشامله (العامه)

١- مميزات الفريزة العامة:

- تتميز آلة التفريز العمومية بطاولتها (صينية الفرش) القابلة للدوران باتجاهين متعاكسين بزاوية (٤٥°) درجة لإنتاج الترس الحلزونى
- يمكن أن تستخدم كفريزة أفقية أو عمودية وذلك بفك الرأس وتركيب أداة القطع بدلا عنه.



شكل ١٢: الفريزة العامة

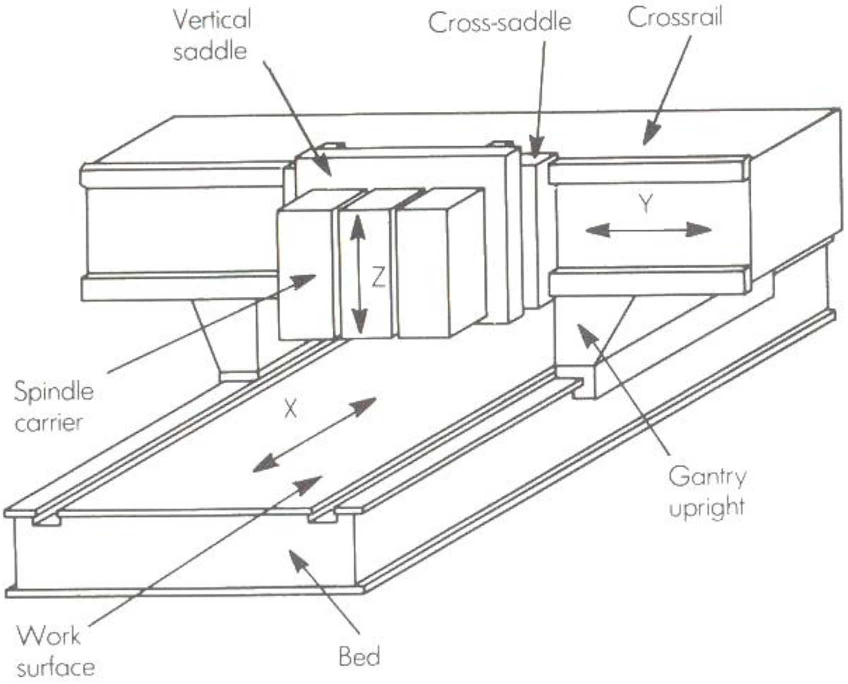
٢- استخدامات آلة التفريز العامة:

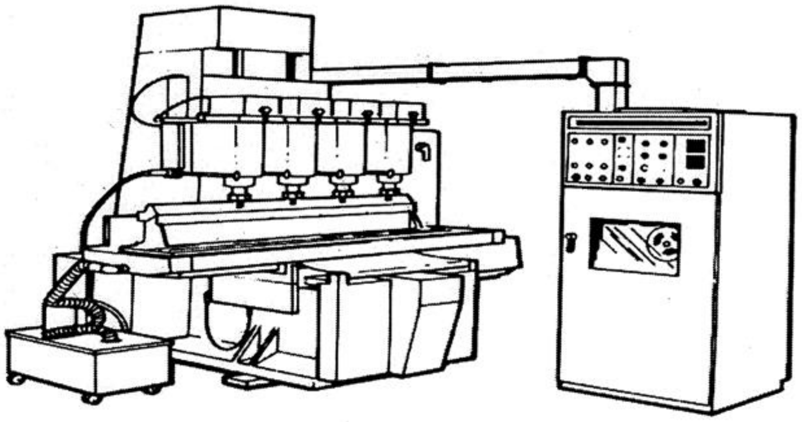
تستخدم آلة التفريز العامة في العمليات التالية:

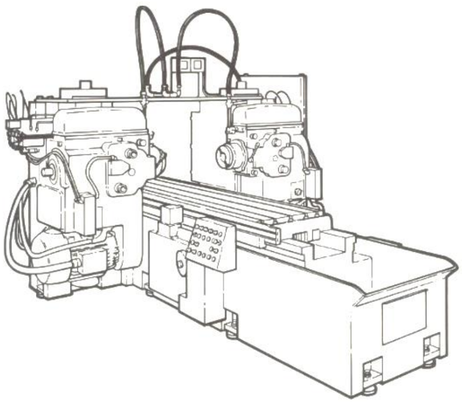
- تسوية وتشكيل الاسطح المستوية والمائلة.
- فتح المجاري والمشقبيات بجميع انواعها واشكالها.
- انتاج المجاري اللولبية (الحلزونية) علي الاسطح الاسطوانية.
- قطع جميع أنواع التروس العدلة والحلزونية والمخروطية وترس الجنزير والجريدة المسننة.

رابعا: الفريزة الخاصة Special milling machine

بالأضافة الى الانواع الأساسية السابقة، تتواجد بالمصانع آلات إنتاجية فيها بعض التعديلات لكي تناسب الإنتاج الكمي أي بأعداد كبيرة. الشكل التالى يوضح أمثلة الالات تفريز إنتاجية. أولا آلة تفريز ذات رأسين، ثم آلة متعددة الرؤوس، ثم أخيرة آلة تفريز ذات قنطرة لقطع الشغل الضخمة.







شكل ١٣: أمثله على ماكينات التفريز الإنتاجيه

- فريزة هوبر

تستخدم فى التصنيع الكمى فى مصانع السيارات.

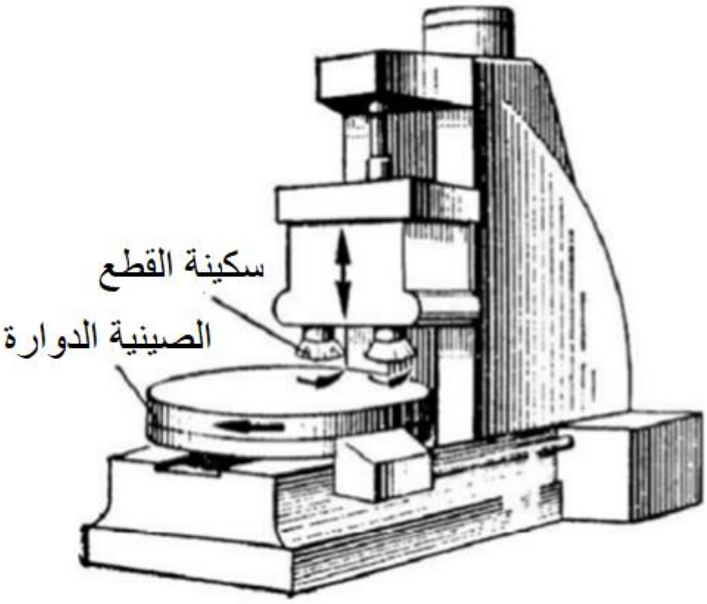
تستخدم فى تصنيع التروس الكبيرة.

شكل ١٤: فريزة هوبر

الفريزة الناسخة: وتستخدم فى تصنيع الأشكال المعقدة.

شكل ١٥: الفريزة لناسخة

الفريزة ذات الصينية الدوارة Rotary table milling machine: وتستخدم للمشغولات الأسطوانية الكبيرة



رابعا: الفريزة الأتوماتيكية Automatic milling machine

مع تقدم التكنولوجيا انتقل التطوير من الفرايز اليدوية الى الفرايز النصف آليه semi-automatic ثم الى الفرايز الآلية automatic milling machines (الشكل ١-٧). تتميز هذه الفرايز بالسرعات العالية و العمل الشاق و الإنتاج الكمي و التي يمكنها ان تتم كافة عمليات التشغيل اتوماتيكيا عن طريق بعض التعليمات التي يمكن إدخالها للماكينة.

شكل: الفريزة الأتوماتيكية

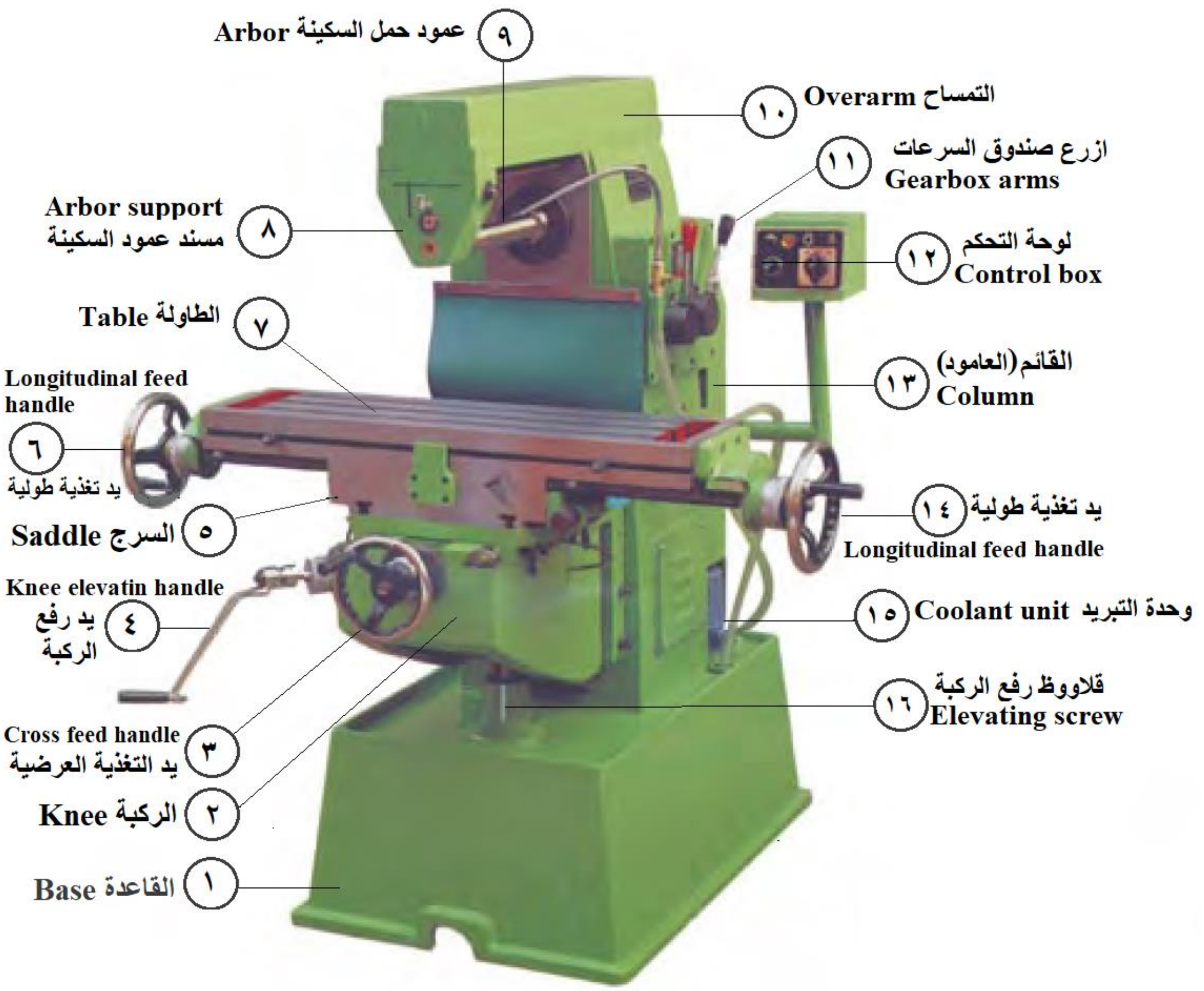
خامسا: الفريزة المبرمجة بالحاسب

تعد الفرايز المبرمجة بالحاسب هي الأحدث حتى الأن و و التي يمكن بواسطتها انتاج مشغولات بدقه متناهية و باشكال معقدة. و قد بدات معظم المصانع الأعتماد عليها في الأنتاج وذلك لانها لا تحتاج الى مهارات عالية من العاملين عليها كما هو الحال مع الفرايز التقليدية بل تحتاج الى رسم المنتج بدقة على برامج التصميم بمساعدة الحاسب (الكاد CAD) و التصنيع بمساعدة الحاسب (الكام CAM) و يتم انتاج كود التشغيل اتوماتيكيا و يمكن قبل التشغيل عمل محاكاة لرؤية عمليات التشغيل المتتابعة على الماكينة للتاكد من صحة و سلامة برنامج التشغيل.

شكل: فريزة افقية مبرمجة بالحاسب

<u>الأجزاء الرئيسية للفريزة الأفقية</u>

١. تطبق إجراءات السلامة و الأمان الخاصة بورشة الفرايز.



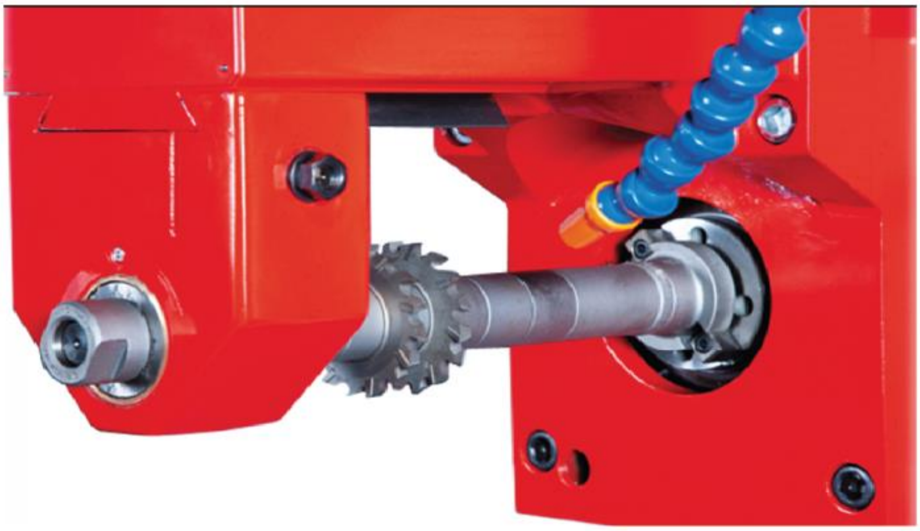
شكل رقم ١: مكونات الفريزة الأفقيه

٢. تعرف على الأجزاء الأساسية للفريزة الأفقية المبينة في شكل ١ وهي على الترتيب:

- القاعدة : تصنع من الحديد الزهر و هي الجزء التي ترتكز عليه الماكينة و تثبت بالأرضية، و يرتكز عليها القائم ويوجد بداخلها خزان و مضخة سائل التبريد.
- الركبة : تنزلق على القائم بواسطة المجاري الدليلية حيث تتحرك حركة رأسية إلى الأعلى والأسفل في اتجاه محور Z و تحمل السرج أو العربة وطاولة آلة التفريز
- يد التغذية العرضية: هي اليد المسؤولة عن تحريك السرج و الطاولة المثبته عليها في محور Y ، بتدوير الطارة في اتجاه عقارب الساعة تتحرك الطاولة للداخل و عند تدوير الطارة في عكس عقارب الساعة تتحرك الطاولة الى الخارج. يركب على اليد ميكروميتر التغذية العرضية الذي تكون دقته في معظم الفرايز ٠,٠٥ مم مما يعنى ان كل ١٠ تدريجات على الميكروميتر تساوي تغذية مقدارها ٠,٥ مم.
- يد رفع الركبة: هي اليد المسئولة عن رفع الركبة السرج و الطاولة معا في محور Z ، بتدوير الطارة في اتجاه عقارب الساعة تتحرك الطاولة لأعلى و عند تدوير الطارة في عكس عقارب الساعة تتحرك الطاولة الى اسفل. يركب على اليد ميكروميتر التغذية الرأسية الذي تكون دقته في

معظم الفرايز ٠,٠٢ مم مما يعنى ان كل ١٠ تدريجات على الميكروميتر تساوي تغذية مقدارها ٠,٢ مم.

- السرج: هو الجزء الذي ينزلق على الركبة بواسطة المجاري الغنفارية الموجودة بها، يسمح بالحركة العرضية في اتجاه محور Y، و يوجد على السرج مجاري دليلية للحركة الأفقية للطاولة.
- يد التغذية الطولية: هي اليد المسؤلة عن تحريك الطاولة في محور X ، بتدوير الطارة في اتجاه عقارب الساعة تتحرك الطاولة لليمين و عند تدوير الطارة في عكس عقارب الساعة تتحرك الطاولة الى اليسار. يركب على اليد ميكروميتر التغذية الطولية الذي تكون دقته في معظم الفرايز ٠,٠٥ مم مما يعنى ان كل ١٠ تدريجات على الميكروميتر تساوي تغذية مقدارها ٠,٥ مم.
- الطاولة: تستخدم لتثبيت المشغولات حيث يوجد بها مجاري على شكل حرف T ، وتتحرك حركة طولية على السرج و حركة رأسية مع الركبة و حركة عرضية مع السرج.
- مسند عمود السكينة: يستخدم لتثبيت عمود حمل السكاكين من الطرف الحر و ذلك لحمايته من الأنحناء نتيجة الأجهادات الناتجة عن القطع، و يمكن تحريكة و ضبطة حسب طول عمود حمل السكاكين.
- عمود حمل السكينة: يستخدم لتثبيت سكاكين القطع و يعطيها الحركة الدورانية عن طريق تعشيقة مع محور دوران الفريزة. يصنع عمود السكينة من الصلب السبائكي ونهايتيه علي شكل مخروط خارجي به تجويف مخروط داخلي يسحب للداخل عند تثبيته في عمود قلب الفريزة بواسطة مسمار السحب ونهايته الاخري تثبت علي كرسي التحميل برأس الفريزة (التمساح).



شكل ٢: عمود حمل السكاكين

- الذراع الأفقي (التمساح): يثبت فوق القائم ويستخدم لتثبيت مسند عمود السكينة.
- ازرع صندوق السرعات: تستخدم للتحكم في سرعة الماكينة.

- لوحة التحكم: تضمن مفاتيح لتشغيل و الأيقاف و مفتاح الطواري و لمبات البيان؟
- القائم : هو الجزء الرأسي العمودي على القاعدة، تنزلق عليه الركبة وكذلك التمساح، يحتوي القائم على صندوق السرعات الذي يوصل الحركة لعمود حمل السكاكين، و به المجاري الدليلية التي تتحرك عليها الركبة لأعلى و لأسفل.
- يد التغذية الطولية: هي مثل اليد رقم (٦) و لكنها مثبتة جهة اليمين من الطاولة
- وحدة التبريد: هي الوحدة المسؤلة عن ضخ زيت التبريد على الحد القاطع و الشغلة اثناء التشغيل، و تتكون من خزان للزيت و مضخة و خراطيم التبريد.
- مفتاح إيقاف ، مفتاح تشغيل ، مفتاح سرعات الأتوماتيك ، مفتاح فصل التيار الكهربى.
- المحرك الكهربي.
-

ثانيا: الأجزاء الرئيسية للفريزة الرأسية (العمودية)

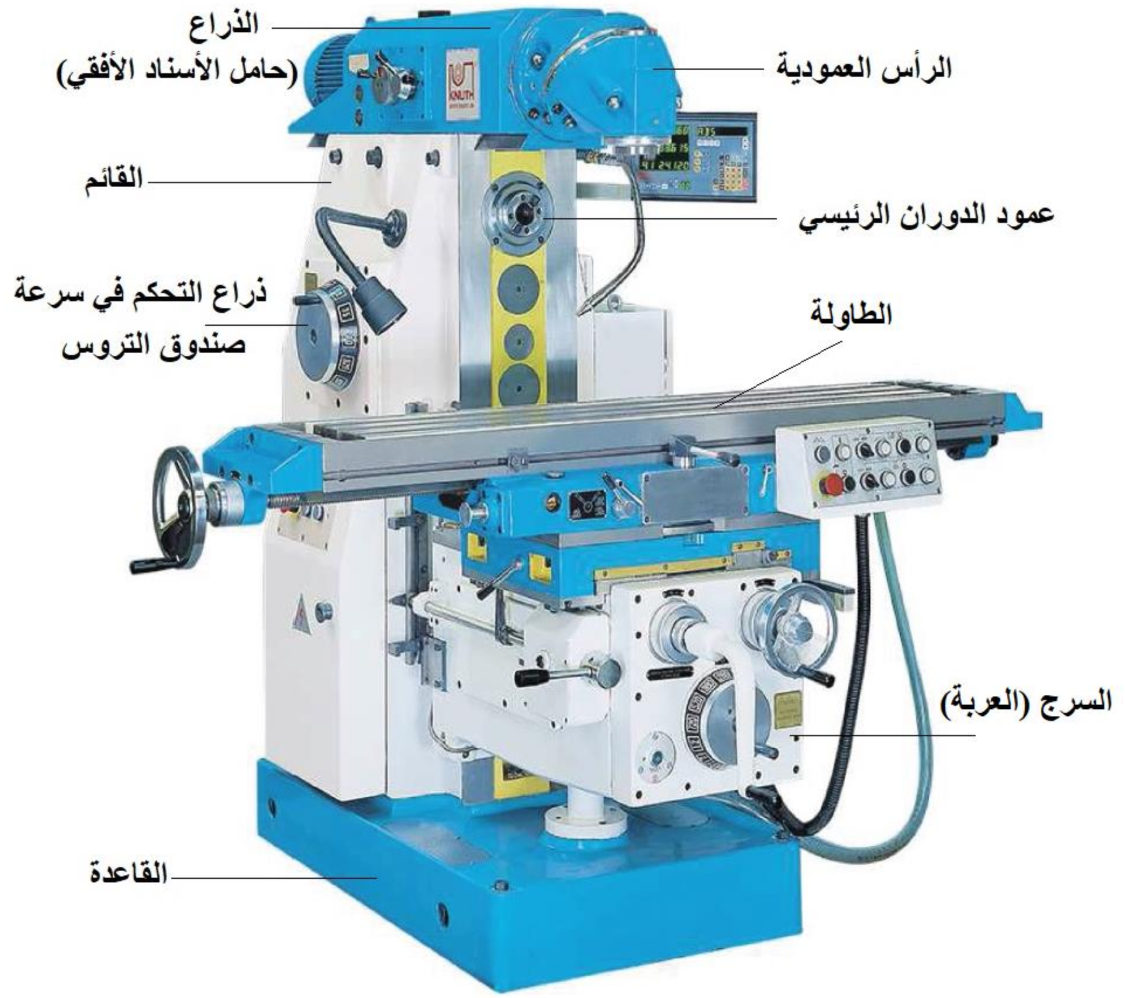
أجزاء الفريز الرأسية تتشابه مع الفريزة الأفقية في نصفها السفلي حتى الطاولة, أما الجزء المتصل بالقائم (العمود) من اعلى فيختلف في كونه عمودي على الطاولة، و يبين شكل ٣ آلة التفريز العمودية وتظهر عليها الأجزاء الرئيسة التالية:

- رأس التفريز: ويركب على القائم، ويعمل على حمل سكاكين التفريز، ويمكن إمالته، وضبطه بأي زاوية لغاية ٩٠° في كلا الاتجاهين من موضع الصفر.
- الطاولة: تركب على العربة ولها (٣) حركات طولية، وعرضية، وعمودية.
- السرج (العربة): وتركب على الركبة وتتحرك العربة حركة عرضية.
- الركبة: تتحرك حركة عمودية على القائم
- القاعدة: وتصنع من حديد الزهر، ويوجد بها خزان سائل التبريد.
- القائم: تثبت عليه أجزاء آلة القطع و موتور تشغيل سكاكين القطع.

شكل ٣: مكونات ماكينة التفريز الرأسيه

<u>ثالثا: الأجزاء الرئيسية للفريزة العامة (الشاملة)</u>

تشبه ماكينة التفريز العامة في الوهلة الأولى الفريزة الأفقية، لأن عمود الدوران يكون افقيا و موازي طاولة العمل، و لكن هذا العمود ليس ثابتا في موضعة بل يمكن عمود الدوران الأفقي برأس التفريز العمودي لتاخد شكل الفريزة الرأسية. تتميز الفريزة العامة ان السرج يتكون من جزئيين، جزء علوي و جزء سفلي. يتحرك الجزء العلوي حركة دورانية بالنسبة للجزء السفلي كما هو مبين في شكل ٤ و تمكن هذه الحركة إمكانية ضبط طاولة الفريزة بزاوية ٤٥ درجة في كلا الأتجاهين من موضع الصفر، و يوجد تدريج لقياس زاوية الميل و هذا يتيح للطاولة ان تأخذ أوضاع مائلة و بزوايا محددة لإنتاج التروس الحلزونية.



شكل٤ : أجزاء الفريزة العامة

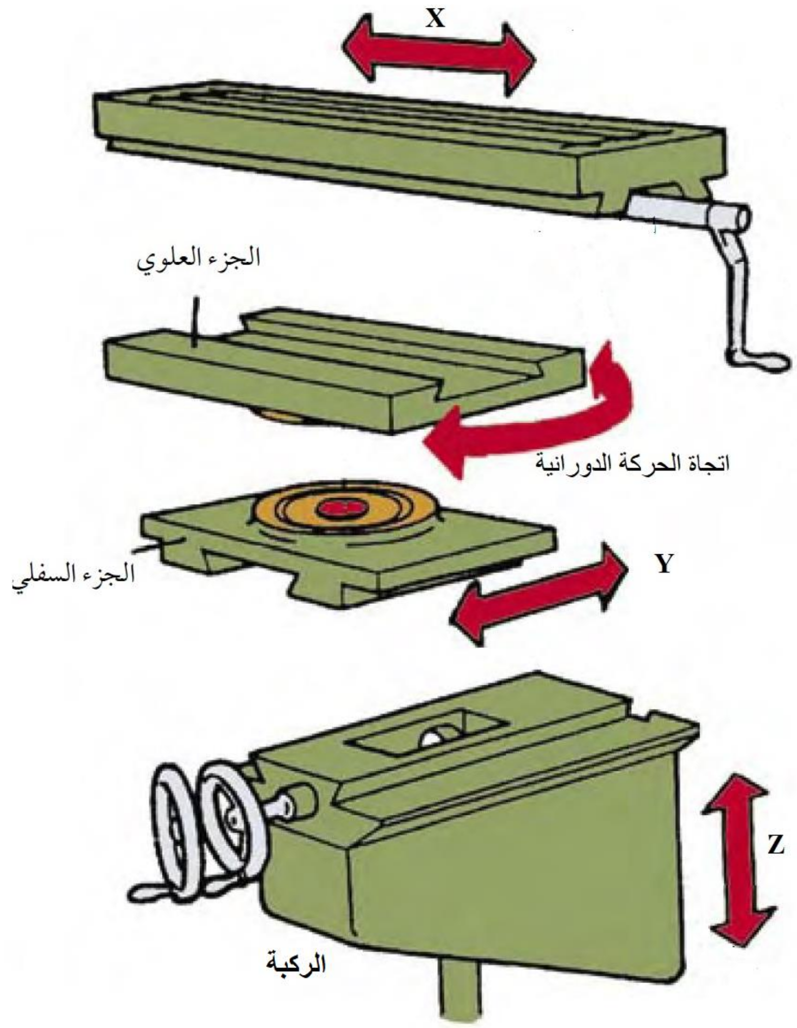
- القاعدة : وتصنع من الحديد الزهر الرمادي ويوجد بها خزان سائل التبريد وتحمل الهيكل الفريزة بجميع اجزائها.
- الهيكل (القاعدة و القائم) : يصنع الهيكل من الزهر الزهر الرمادي ويثبت بمسامير قلاوظ في القاعدة ويحمل جميع اجزاء الماكينة وموتور لادارة الفريزة وصندوق السرعات وصندوق التغذية ويحمل الهيكل عمود قلب الفريزة كما ان عليه أدلة رأسية لتتحرك عليه ركبة الفريزة لاعلي ولاسفل (الاتجاه Z).
- رأس الفريزة (التمساح): يركب اعلي هيكل الفريزة في مجاري افقية خاصة به ويستخدم لضبط وتركيب عمود السكينة الذي يدور بين كراسي مثبتة بالرأس. ويمكن تثبيته علي اي مسافة لتحديد مقدار بروزه.
- عمود دوران قلب الفريزة : يصنع من الصلب السبائكي ثم تجري عليه معاملات حرارية خاصة ثم يجلخ ويلاحظ ان في نهاية العمود تجويف مخروطي داخلي يثبت به ظرف عمود السكينة الذي يتم

تثبيته في عمود قلب الفريزة بواسطة فتيل مقلوظ يمر في ثقب عمود قلب الفريزة (شكل ٥) , ويحصل عمود قلب الفريزة علي حركته الدورانية من صندوق السرعات.

شكل٥: عمود دوران قلب الفريزة

يوجد على الطرف الأمامي للعمود خابورين لنقل عزم الدوران، كما توجد أربعة ثقوب حلزونية للتثبيت المباشر لأدوات التفريز، و يرتكز عمود الدوران على مشقبيات موجودة في الهيكل القائم للفريزة.

- ركبة الفريزة : تصنع من الزهر الرمادي وتتحرك الي اعلي والي اسفل في الاتجاه Z علي دليلين رأسيين موجودين بهيكل الفريزة وترتكز الركبة علي عمود مقلوظ يتحكم في رفع وخفض الركبة. وللركبة مجرتان افقيتان تتحرك عليهما قاعدة المنضدة في الاتجاه المستعرض (اتجاه Y).
- السرج الدوار: تركب علي الركبة وتتكون من رسمتين احداهما سفلية مركبة علي الركبة واخري علوية يوجد بها قرص مدرج يسمح بادارتها علي زاوية ٤٥ درجة يمينا او يسارا كما هو مبين في شكل ٦، وبأعلي القرص الدوار (السرج) توجد مجاري تتحرك عليها طاولة الفريزة حيث تثبت عليها المشغولات عن طريق مجاري حرف T أو باستخدام المناجل او باستخدام جهاز التقسيم , والمنضدة تتحرك في الاتجاه الطولي الي اليمين او الي اليسار في الاتجاه X.



شكل٦: أجزاء الصينة (السرج الدوار) للفريزة العامة

ملحقات الفريزة الأفقية

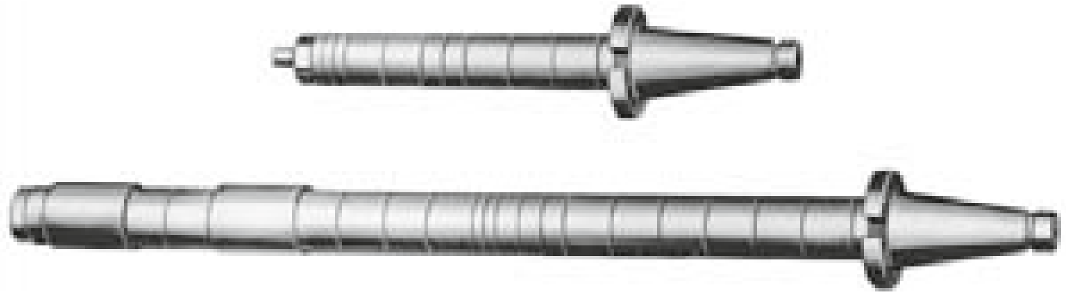
١- عمود حمل السكاكين:

عامود السكينة هو عبارة عن عامود أسطواني ينتهي بمسلوب يطابق من حيث النوع والمقاس مسلوب ثقب عامود الدوران بالفريزة وهو إما مسلوب مورس (mores taper) وهو مسلوب تثبيت ومركزه أو مسلوب شديد الانحدار (steep taper) وهو مسلوب ضبط المركزة فقط ولا يمكن الاعتماد على المسلوب في نقل الحركة لذلك يوجد خابوران مثبتان بوجه عامود الماكينة ومشقبيتان بوجه عامود السكينة ليثبت فيهما الخابوران وذلك لمنع عامود السكينة من الانزلاق داخل مسلوب عمود الدوران علاوة على ذلك يربط عامود السكينة من الخلف عن طريق شداد مقلوظ وصامولته.

شكل ٧ :عمود حمل السكاكين

أنواع أعمدة السكاكين: (شياق التفريز)

ويوجد نوعان من عمود حمل السكاكين كما هو مبين في شكل ٨:



شكل ٨: أنواع أعمدة السكاكين القصيرة و الطويلة

أ- عمود حمل السكاكين الطويل:

تستخدم الأعمدة الطويلة لتركيب سكاكين الفرايز علي المسافات المطلوبة وسندها بواسطة جلب المسافات، والطرف الاخر علي كرسي التحميل وتستخدم لتثبيت مقاطع التفريز التي تعمل تحت تاثير قوي كبيرة مع استعمال مسند اضافي يتم تثبيته في رأس الفريزة. ويستعمل هذا النوع عند تفريز المشغولات القصيرة حيث تمر السكين بين قاعدة عمود حمل السكاكين وبين السندة كما هو مبين في شكل.

الجزء المسلوب:

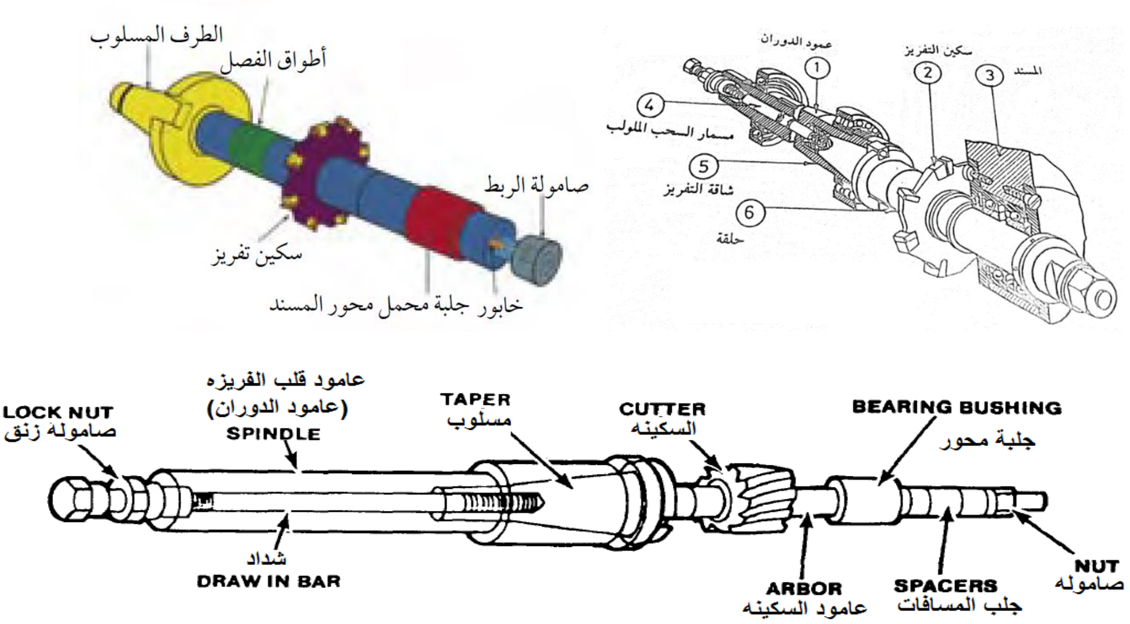
ب- عمود حمل السكاكين القصير

تستخدم الأعمدة القصيرة لتثبيت السكاكين الوجهية والطرفية ويستعمل هذا النوع عند تفريز المشغولات الطويلة، ولا يستعمل في هذا النوع جلبة ضبط محور السندة ، وتركب السندة مباشرة على نهاية العمود كونها مخصصة لذلك.

٢- مجموعة تثبيت عمود حمل السكاكين Arbor: عمود السكاكين هو جزء موجود في الفريزة الأفقية والعمومية فقط، يستعمل في حمل سكاكين التفريز المختلفة.

ويتكون هذا العمود من :

- جلب تحديد المسافات (اطواق الفصل): هي جلب من الصلب مختلفة السمك تركب على المحور الرئيسي و تستخدم لتثبيت سكاكين القطع في الموضع المطلوب.
- جلبة ضبط سندة الذراع: تركب هذه الجلب على طرف عمود حمل السكاكين، حيث يرتكز اليها العمود بعد تركيب المسند
- صامولة شد الجلب: هي الصامولة التي تثبت العمود في المسند
- قاعدة العمود أو مسلوب العمود (الفلنجة): هو الجزء الذي يثبت مباشرة بمحور الدوران الرئيسي للفريزة و المتصل بصندوق السرعات



شكل 9: عمود حمل السكاكين و ملحقاته

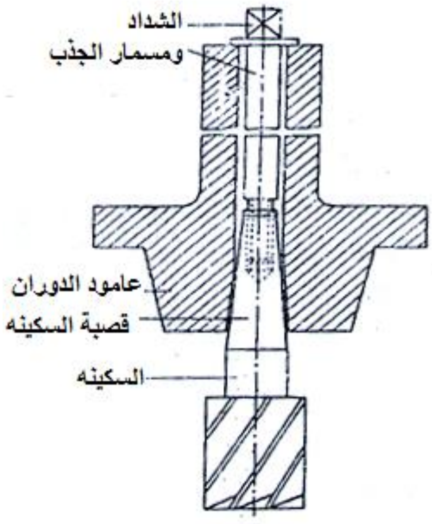
ملحقات الفريزة الرأسية:

أ- العمود القصير Stub Arbor : يستخدم العمود القصير المبين في شكل 10، لربط سكاكين القطع المحيطية على الفريزة الرأسية

شكل 10: العمود القصير Stub arbor

ب- ظرف التفريز milling chuck: يستخدم لربط السكاكين الجذعية (ذات الساق) Shank mill، و يتكون من جلبة الشد و كماشة الشد و جسم الظرف و الشفة المسلوبة Taper flange كما هو مبين في شكل ١١.

شكل ١١: ظرف التفريز



شكل ١٢: تركيب عامود السكينة للفريزة الرأسية

<u>ملحقات الفريزه العامه:</u>

كما هو موضح من الأشكال السابقه للفريزه العموديه والأفقيه والعامه ان تركيب الفريزه العامه هو دمج ما بين اجزا الفريزه الأفقيه والعموديه بنفس المكونات ولكن هناك العديد من الأجهزة الملحقة بالفريزة العامه وأهمها:

أ- الرأس العمودي:

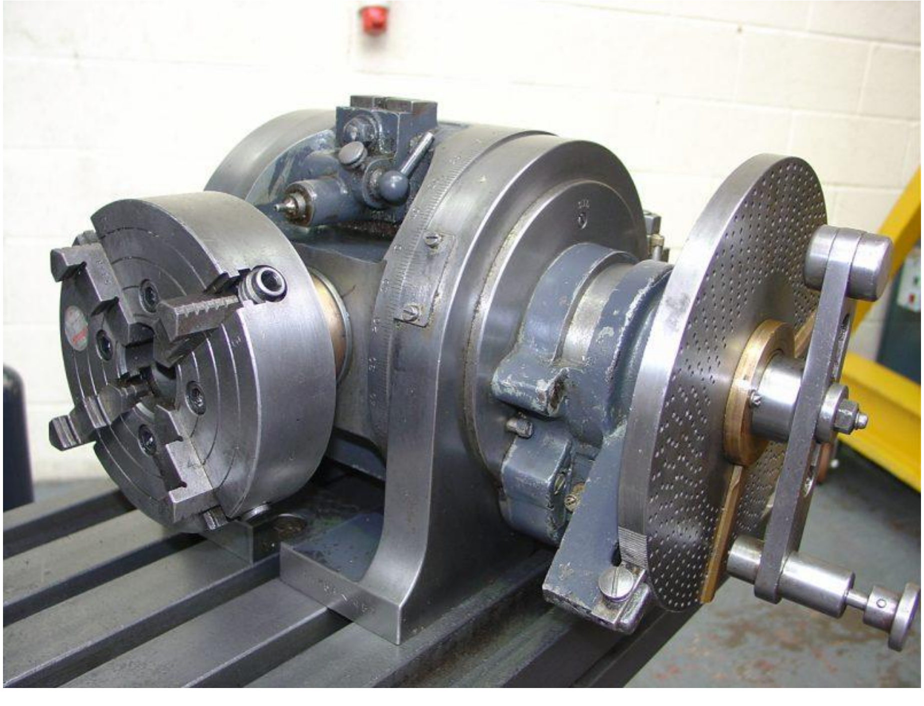
هو عبارة عن كتلة تركب على الجهة الأمامية للجسم في مقدمة محور الدوران الرئيسي للفريزة وهو الذي يحمل أداة التفريز بشكل عمودي، كما في شكل ١٣.

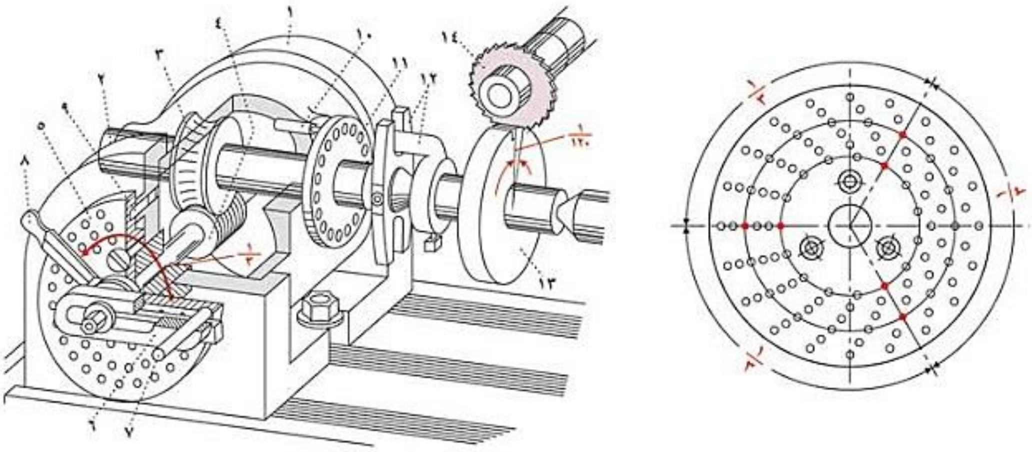
شكل ١٣: الرأس العمودي

ب- جهاز التقسيم (المقسم):

يعد هذا الجهاز من أهم ملحقات الفريزة العامة حيث يستخدم للقيام بتقسيم محيط القطع الأسطوانية إلى عدد من الأضلاع، وهو جهاز رئيسي يساعد في تشكيل التروس ويحتوي على مجموعة من الملحقات (أقراص مثقبة - مجموعة من المسننات المساعدة، ظرف لتثبيت المشغولة)، ويثبت على طاولة الفريزة بوساطة مسامير ذات رأس مربع ضمن مجار بشكل حرف T، كما في شكل ١٤

الشكل التالى يبين جهاز التقسيم:





أ- قرص التقسيم		ب - رأس التقسيم العام

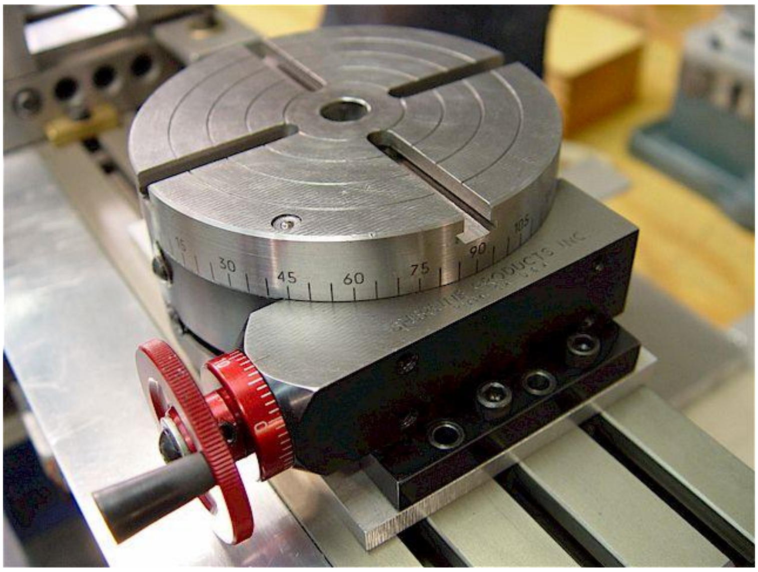
١-جسم الجهاز	٢- عمود الأدارة	٣-العجلة (ترس ٤٠ سنه)	٤-ترس دودى
قرص التقسيم	ذراع التقسيم	بنز التقسيم	المقص
العمود الرئيسى	الإصبع (جسم متحرك يمينا ويسارا)	القرص	مساعد الإدارة
سكينة تفريز	جهاز التقسيم (المقسم)		

شكل ١٤: جهاز التقسيم

ت- الصينية الدوارة:

الصينية الدوارة هي إحدى الأجهزة المساعدة والملحقة بالات التفريز، وتستخدم لإجراء العمليات الآتية على آلة التفريز :

- قطع الثقوب ، والمجاري الدائرية.
- التشكيل القوسي.
- قطع المضلعات (الأشكال السداسية والثمانية).

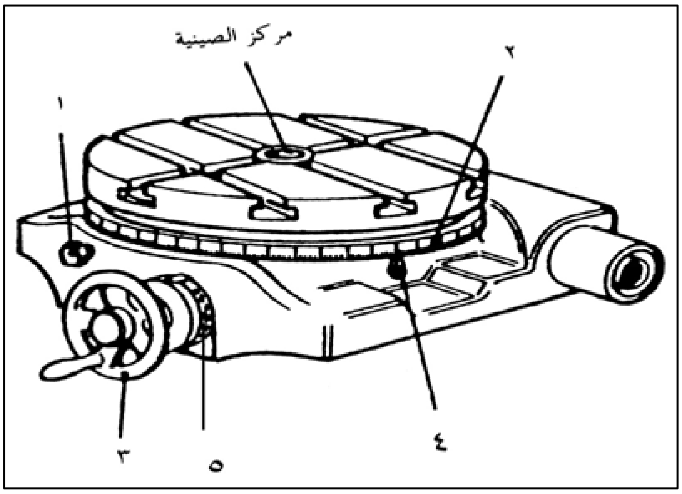


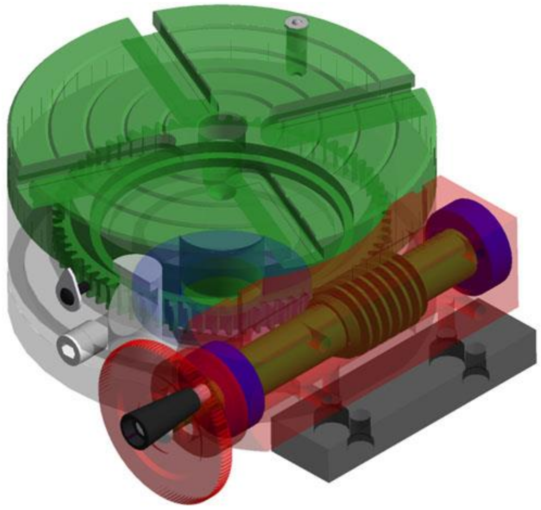
شكل ١٥: الصينية الدوارة

الأجزاء الرئيسة للصينية الدوارة:-

يبين شكل ١٦ الأجزاء الرئيسة للصينية الدوارة :

١. ذراع الأقفال .
٢. التدريج الزاوي المحيط بالدرجات
٣. يد التقسيم اليدوية.
٤. قاعدة الصينية.
٥. قرص تدريج مدرج بالدقائق .





شكل ١٦: أجزاء الصينية الدوارة

مـا يجي مراعاته عند تثبيت السكاكين علي شياق التفريز:

١- التأكد من مركزية دوران السكينة وعمود السكينة باستخدام مبين وجه الساعة.

٢- سند طرف عمود السكينة في حالة الاعمدة الطويلة باستخدام كراسي التثبيت الموجودة في رأس الفريزة.

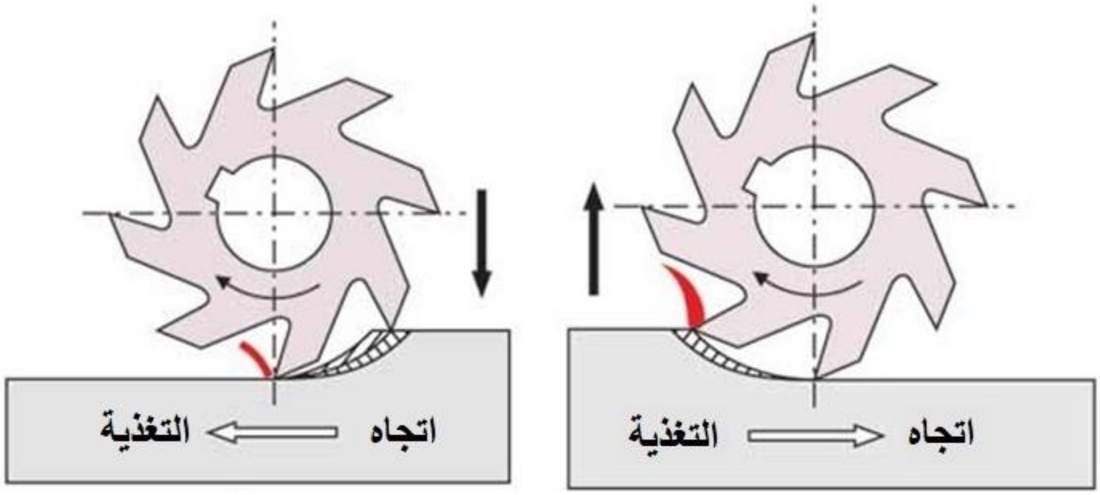
٣- ان يكون اتجاه ميل السكينة في نفس اتجاه دوران عمود السكينة.

٤- أن يكون مقطع التفريز اقرب ما يكون الي الطرف الامامي لعمود الدوران لتقليل الاحمال المؤثرة علي شياق التفريز (عمود السكينة).

٥- عندما يكون عرض السطح المطلوب تفريزه كبيرا فمن الافضل استخدام اكثر من مقطع تفريز بحيث يكون اتجاه ميل اسنانها متضاد في الاتجاه حتي تكون المركبتان المحوريتان لقوة القطع في اتجاهين متضادين لتلاقي احداهما الاخري.

١- طرق التفريز الأساسية Basic milling methods:

توجد طريقتين رئيسيتين تطبق عند استخدام مقاطع التفريز المحيطية ولكل منهما مميزات وعيوب هما التفريز لأعلى (الخلفي) ويسمى التفريز العادي و التفريز لأسفل (ألأمامي) كما هو مبين في شكل ١



(ب) التفريز الأمامي (لأسفل) (أ) التفريز الخلفي (لأعلى)

شكل (١) طرق التفريز الأساسية

أ- التفريز الخلفي Up cut «الصاعد» (نحو الأعلى)

التفريز الخلفي أو التفريز لأعلى هي الطريقة التقليدية conventional milling للقطع بالتفريز حيث تدور سكينة القطع في اتجاه معاكس لحركة التغذية ولا يبدأ السن في القطع عند نقطة التماس بل يميل إلى الانزلاق لمسافة صغيرة جدا على سطح المشغولة ويظل هذا الانزلاق مستمرا إلى أن يصبح سمك طبقة المعدن التي أمام السن كافية لمنع هذا الانزلاق الذي يزيد من درجة حرارة المعدن ويتوقف ذلك على مقدرة عامود السكينة على الانحراف وعلى درجة خشونة سطح المعدن وعلى كفاءة السكينة وحالة حدودها القاطعة ولذلك يجب تزويد السكينة بوسيلة تبريد كافية تساعد على التخلص من الحرارة المتولدة عن هذا الانزلاق ويتعرض عامود السكينة. في التفريز لأعلى تتعرض سكينة القطع في لحظة بداية التماس أي عند الانزلاق إلى إجهاد انحناء كبير نتيجة لرد فعل قوى القطع المؤثر لأعلى بينما يتعرض فرش الماكينة لإجهاد ضغط نتيجة لضغطه إلى اسفل تحت وطأة قوى القطع مما يؤدي إلى ظهور علامات ارتجاج على السطح المشغل كذلك يعجل انزلاق السن على سطح المشغولة في البداية من تثلم حدود القطع و تضعف حدتها. ويبلغ الرايش أكبر سمك له عند خروج سن السكينة من المشغولة.

ب- التفريز الأمامي Down cut «الهابط» (نحو الأسفل) و يسمى التفريز التسلقي Climb milling.

ففي التفريز الأمامي نحو الأسفل يدور مقطع التفريز في نفس اتجاه حركة التغذية. وفيه يدخل السن مباشرة في المعدن دون أن ينزلق عند بدأ القطع. قاطعا الرايش بأكبر سمك ثم يخرج منه عند نهاية القطع بأقل سمك للرايش ولهذا تكون كمية الحرارة المتولدة بهذه الطريقة اقل كما يمكن القطع بسرعات قطع عالية وتغذيات

كبيره بالمقارنة بالتفريز العادي مما يؤدي إلى اختصار أزمنة التشغيل إلى حد كبير وإطالة العمر التشغيلي للعدة وتقليل معدل استهلاك ماكينة التفريز وتنخفض قوى القطع بالتدريج كلما قل سمك الرايش حتى تتلاشى تقريبا لحظة خروج السن من المشغولة مما يعطي سطوحا أنعم مما في التفريز الصاعد وبالرغم من أن التفريز التسلقي يعتبر من الطرق الحديثة إلا أنه يستعمل فقط عند التأكد من عدم وجود تفويت (بوش) في عامود الجر بعربة الماكينة وكذلك التأكد من أن المشغولة مربوطة بإحكام ولا تستعمل هذه الطريقة في الأشغال المسبوكة الخشنة أو السابق تشغيلها بالحدادة وذلك بسبب سطحها الصلد ويحظر استخدامها للمعادن الصلدة والذي يؤدى إلى تبلط الحدود القاطعة للسكينة بسرعة.

والتفريز التـ سلقي يعتبر من أفـ ضل الطرق في تفريز الأ شغال الرفيعة وكذلك يفـ ضل عند تفريز المعادن الطرية وعادة يتم التفريز التـ سلقي على ماكينات التفريز التـ سلقي دون غيرها حيث لا يجوز ا ستخدامه على ماكينات التفريز العادية إلا إذا كان عمق القطع صغيراً وسرعة التغذية كبيره نسبياً طوال عملية التفريز.

وجه المقارنة	التفريز لاسفل Down cut	التفريز لأعلى Up cut
عمر أداة القطع	يقلل عمر الأداة	يطيل عمر الأداة
الاهتزازات في الآلة	يزيد الاهتزازات	يقلل الاهتزازات
تشطيب السطوح	سيء التشطيب	جيد التشطيب
تثبيت المشغولة	لا يحتاج لتثبيت قوي	يحتاج لتثبيت جيد

جدول ١: مقارنة التفريز لأسفل مع التفريز لأعلى

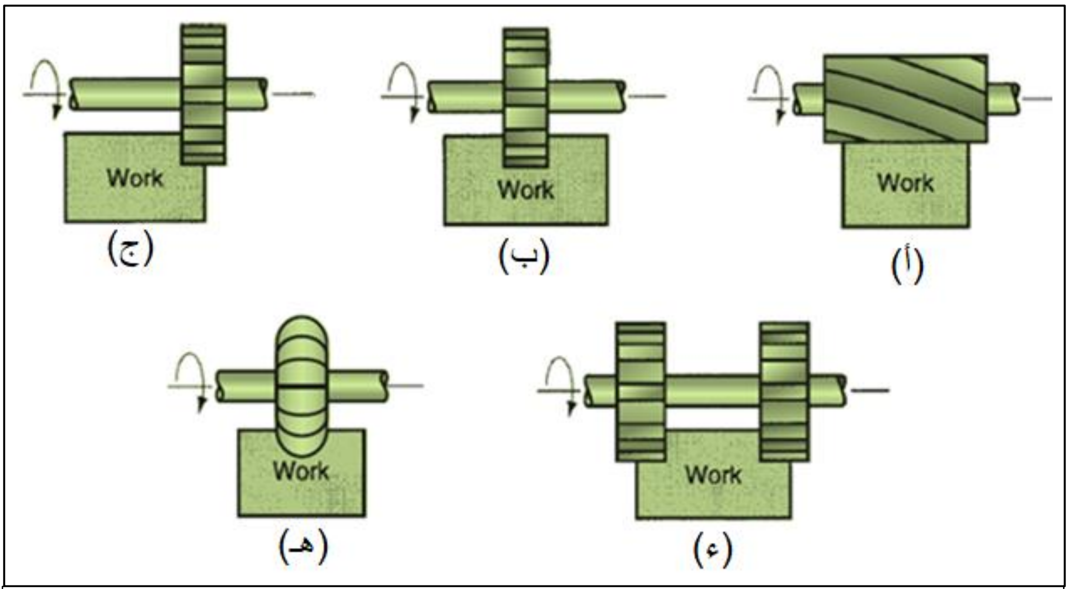
٢- أنواع عمليات التفريز Types of milling operations

هنالك مجموعتين من العمليات التي تستخدم فيها الفريزة بشكل رئيسي هما:

أ- التفريز المحيطي (Peripheral or plain milling): يكون محور السكينة موازية لسطح قطعة الشغلة المثبتة على طاولة الماكينة أو بصيغة أخرى يكون الحد القاطع لسكينة الفريزة موازيا لمحيط الشغلة كما هو مبين في شكل ٢

شكل ٢: التفريز المحيطي

و يبين شكل (٣) عمليات التفريز المحيطية



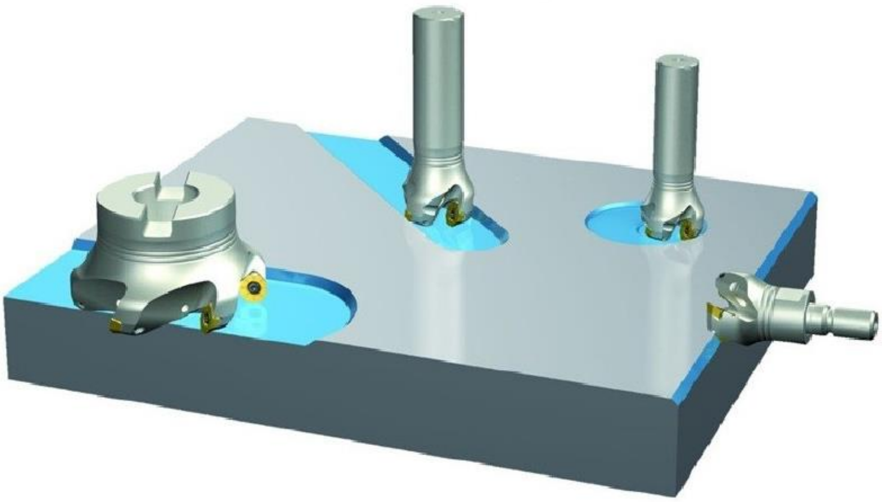
(أ) تفريز شرائح slab milling ، (ب) مجاري slotting ، (ج) تفريز جانبي side milling،
(ء) تفريز تراكبي straddle milling ، (هـ) تفريز تشكيلي form milling

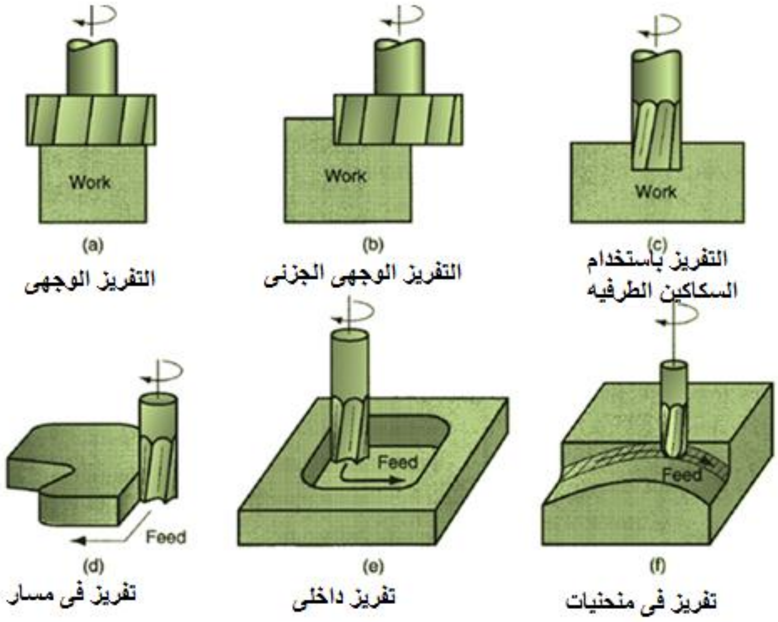
شكل ٣: عمليات التفريز الأفقية المحيطية Peripheral milling

ب- التفريز الوجهي (Face or end milling) : يكون محور السكينة عمودي مع سطح الشغلة أو يمكن و صفها بأن الحد القاطع لسكينة الفريزة يكون موازيا لوجه أو سطح الشغلة كما هو وضح في شكل ٤.

شكل ٤: عمليات التفريز الوجهية Face or end milling

و يبين شكل (٥) عمليات التفريز الوجهية





شكل ٥: عمليات التفريز الوجهية Face or end-milling

٣- أنواع سكاكين التفريز (قواطع التفريز) Milling cutting tools

سكينة الفريزة (milling cutter) هي أداه قطع وتشغيل للمعادن، لها حدود قاطعة (أسنان) تبعد بعضها عن بعض بمسافات متساوية. تنقسم سكاكين التفريز تبعا لوضع الأسنان بالنسبة لسطح المشغولة إلى سكاكين تفريز محيطية وإلى سكاكين جبهية، حيث يلاحظ أن السكاكين تقطع بمحيطها أو بأسنان جبهتها، كما يمكن تصنيفها تبعا لطريقة تركيبها على الفريزة.

أ- انواع سكاكين التفريز حسب معدن الشغلة

١. النوع العادي (N) يحتوي هذا النوع على عدد متوسط من اسنان أو حدود القطع في سكينة القطع ويستخدم لتشغيل أنواع الصلب العادية، وحديد الزهر الرمادي الطري، والمعادن غير الحديدية كالبرونز و النحاس و الألمنيوم.
٢. النوع الصلب (H) ويحتوي على عدد أسنان (حدود قطع) أكثر من النوع العادي N كما يزيد تقارب الأسنان من بعضها ويستخدم لتشغيل مواد التصنيع الصلدة والصلدة المتينة.
٣. النوع الطري (W) ويحوي عدد أسنان (حدود قطع) أقل من النوع العادي N كما تتباعد الأسنان من بعضها ويستخدم لتشغيل المواد الطرية.

ب- أنواع سكاكين التفريز من ناحية الوظيفة:

١. سكينة فتح مجارى عدلة
٢. سكينه فتح مجارى حرف V
٣. سكينة فتح مجارى حرف T
٤. سكينة تفريز إسطوانية
٥. سكينة تفريز جانبية
٦. سكينة تفريز منشارية
٧. سكينة تسوية أسطح
٨. سكينة تفريز زاوية
٩. سكينة طرفية ذات نصاب لعمل تجاويف

ت- أنواع سكاكين التفريز حسب الشكل و التركيب على عمود الدوران:

١. **السكاكين المحيطية و الجانبية Periphral and Side Mills**

هي سكاكين مجوفة من المركز وتركب على عمود محور الدوران مثل الـ سكاكين المحيطية، والجانبية كالمبينة في شكل ٦

شكل ٦: السكاكين التي تركب على عمود محور الدوران

و يوجد منها نوع يتم تركيبه وتثبيته مباشرة على جلبة مورس مقلوظة من جهة الذيل مثل السكاكين الجبهية المبينة فى شكل ٧:

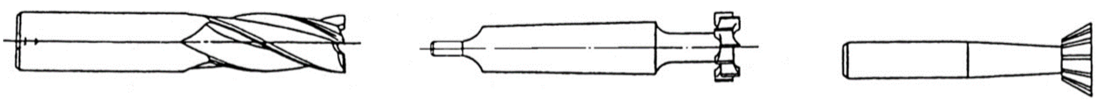
شكل ٧: السكاكين الجبهية وتركب مباشرة على المحور

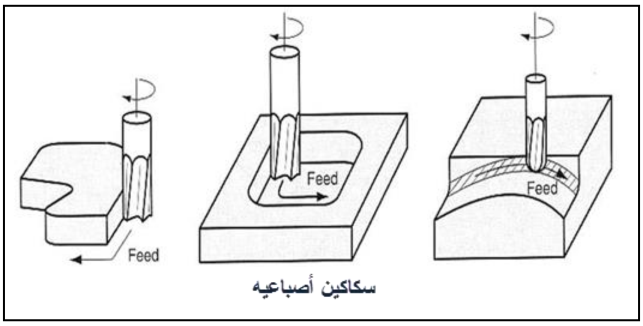
٢. السكاكين الطرفية End Mills

هي عبارة عن سكاكين ذات ساق طرفية، ويتم تركيبها بواسطة قلاووظ أو جلبة كما في شكل ٨ و تكون بها أسنان على الوجه والمحيط وهي تنقسم إلى نوعين:

النوع الأول: مصمتة (جسم السكينة وكعبها (النصاب shank) تكون قطعه واحده) وأقطارها صغيره وأسنانها عدله أو حلزونية وهي إما بحدين (ريشتين) أو أربع حدود.

النوع الثاني: الجسم منفصل عن لقمة القطع





شكل ٨: السكاكين ذات الساق الطرفيةEnd mills

تصنع سكاكين التفريز بأشكال مختلفة حسب طبيعة عملها، فمنها ما يستخدم في التفريز الأفقي، ومنها ما يستخدم في التفريز العمودي.

٤- **المواد المصنعة لسكاكين الفريزه:**

يجب أن تتصف المعادن المستخدمة في تصنيع مقاطع التفريز بالصلادة العالية التي تفوق صلادة المشغولة والمقاومة العالية للتآكل بالاحتكاك والمتانة الميكانيكية المناسبة لتقاوم الصدمات التي تتعرض لها أثناء القطع والقدرة على المحافظة على خواصها الميكانيكية مع درجات الحرارة العالية.

تقطع سكينة التفريز عن طريق الدوران في المشغولات سواء كان لقطع محيطي أو جبهي و لذلك يجب ان تكون سكاكين القطع صلبة ويجب ألا تفقد صلابة نتيجة الحرارة الناتجة. أكثر المواد المستخدمة في تصنيع مقاطع التفريز شيوعاً هي الصلب الكربوني والصلب السبائكي والصلب سريع القطع HSS والسبائك الكربيدية والألماس. تتلخص و اشهر المواد التي تصنع منها سكاكين القطع فيما يلي:

١- **الصلب الكربوني**
٢- **صلب السرعات العالية HSS**
٣- **السبائك الصلدة المسبوكة Cast Had Alloys**
٤- **السبائك الصلدة الملبدة Cintered Hard Metals**
٥- **الاطراف الخزفية Ceramic Tools**
٦- **الاطراف الماسية Diamond Edges**

أ- صلب العدة الكربوني والسبائكي Carbon steel

ستخدم للسكاكين التي تعمل بسرعة قطع، وتغذية صغيرتين، حيث يستعمل الصلب الذي يحتوي على ٠,٩ إلى ١,٤ % من الكربون لصنع أدوات قطع المعادن. ويتصف هذا النوع بصلادة عالية تصل إلى ٥٩-٦٢ HRC، حيث ان (HRC) هي وحدة قياس القساوة الموضعية Hardness

Rockwell Scale (A, B, C, … etc.) باستخدام جهاز روكويل Rockwell)، وهو أرخص أنواع صلب العدة، و تحمله للحرارة ضعيف؛ إذ تهبط صلادته عند الدرجة ٢٠٠-٢٥٠ °م ، لذا فهو يستخدم في قطع المعادن بسرعات صغيرة ١٥-١٠ متر/ دقيقة (م/د)، وأصبح استخدامه قليلا جدا في الوقت الحاضر.

توجد مقايس عديدة لتحديد الصلادة (القساوة) و الأكثر استخداما هو الرمزين "B" و "C". والجدول التالي يبين قيم الصلادة والاختصارات المستخدمة لكل مقياس.

ب- صلب السرعات العالية High speed steel

وتستخدم للسكاكين في حالات السرعات العالية، والتغذية.

شكل ٩: أقلام قطع من صلب السرعات العالية HSS

هو خليط فولاذي تحتوي على ٨,٥-١٩ % من التنجستين Tungsten و٣,٨-٤,٤ % من الكروم، إضافة إلى الكوبالت والفاناديوم (١-١,٤ %)، ويمكن بمعالجة هذه الخليطة حراريا أن تكتسب قساوة قدرها ٦٣-٦٥ HRC، يتميز صلب السرعات العالية المستخدم للقطع بمقاومة مرتفعة للتأكل وللحرارة التي قد تصل درجتها إلى ٦٠٠ °م ، لذا يمكن أن تعمل الخليطة بسرعات أعلى مرتين أو ثلاث مرات من سرعة القطع بالصلب الكربوني، وهي تستخدم لتشغيل قطع العدد ذات الأهمية العالية وأقلام التشكيل. كما تستخدم في تشغيل الصلب السبائكي والصلب العالي المتانة الصلب العديم الصدأ Stainless steel، ولا ينصح باستخدامها عند تشغيل الحديد الزهر.

ج- الكربيد الإسمنتي Cemented carbide

وتستخدم في سرعات القطع العالية. مادة الكربيد الإسمنتي مادة مركبة من خليط ليس لها متانة كافية مقارنة بالصلب السريع القطع، فهي تتكون من التنجستين والتيتانيوم والتنتاليوم المتحدة كيميائيا و يضاف إليها الكوبالت مادة رابطة. يكبس مزيج هذه المساحيق تحت ضغط مرتفع في درجة حرارة ١٥٠٠ °م بطريقة التلبيد على شكل أقراص. وهي لا تحتاج إلى معالجة حرارية، ويمكن تثبيتها

على حوامل مصنوعة من الصلب الكربوني ميكانيكيا أو بوساطة اللحام بالشبه، تمتاز هذه الخليطة بمقاومة عالية للتأكل، ويتوافر منها ثلاثة أنواع:

١- تنجستينية (وحيدة الكربيد): تحتوي على ٩٢ % من كربيد التنجستين و٨ % من الكوبالت.

٢- تيتانيومية – تنجستينية (ثنائية الكربيد): تحتوي على ١٥ % من كربيد التيتانيوم و١٦ % من الكوبالت و٦٩ % من كربيد التنجستين.

٣- تنتاليومية- تنجستينية (ثلاثية الكربيد): تحتوي على ٧ % من كربيد التيتانيوم وكربيد التنتاليوم (منها ٤ TAC %و٣ TIC %) و١٢ % من الكوبالت، و٨١ % من كربيد التنجستين.

شكل ١٠: سكاكين تفريز مزودة بأقلام كربيدية

ومن أهم ميزات الكربيد الإسمنتي: الإنتاجية العالية والصلادة العالية (٨٧ - ٩٢ HRA والمقاومة الجيدة لاحتكاك الرايش ومقاومة الحرارة العالية (٨٠٠- ٩٠٠ ºم)، لذلك يمكن استخدام خلائط الكربيد الإسمنتي في تشغيل أمتن المواد المعدنية وغير المعدنية قساوة (كالزجاج والبورسلين واللدائن)

وبسرعات قطع أعلى ٣-٤ مرات من سرعات القطع بالصلب السريع القطع، لكن عيبها الوحيد هشاشتها، وعدم مقاومتها للصدم والاهتزاز.

ر- السرمت cermet

السرمت عبارة عن مادة مركبة تتكون من حبيبات خزفية (السيراميك) ومعدن حاضن، وهي اختصار للكلمتين الإنجليزيتين ceramic (cer) وmetal (met) وتكون المعادن المستخدمة في العادة النيكل و المولبيديوم والكوبلت .كما يمكن أن يكون السيرمت مركب معدني هيكلي بحسب بنية المادة، إلا أن السيرميت يتكون من ٢٠ % من المعدن على الأكثر. أما قطر هذه الحبيبات فهو أكبر من ١ ميكرون. يتم الارتباط بين المواد المؤلفة للسرمت نتيجة الانحلال الجزيئي الصغير فيما بينها، ومع ذلك فإن بعض المركبات مثل أكاسيد المعادن تبدي ارتباطا ضعيفا بين الأطوار مما يتطلب إضافة عناصر رابطة إضافية. تنتج قطع السرمت بتقانة تعدين الذرات، وتمتلك هذه المواد مجالا واسعا من الخواص تبعا للتركيب والتناسب في الحجم بين المعدن والخزف. ومن الاستخدامات الرئيسية لمادة السرمت أيضا استخدامها في تصنيع بعض أنواع أدوات قطع المعادن منافسا لكربيد التنجستين، وفي صناعة أقراص المناشير، وأدوات القطع المثبتة على الحوامل ميكانيكيا أو باللحام.

شكل ١١: عدد قطع بها اطراف (لقم) من السيرمت cermet

بمقارنة أدوات القطع المصنعة من مادة السرمت مع أدوات القطع المصنعة من الكربيد الأسمنتي و المطلية بالكربيد، يتبين أن للسرمت الميزات التالية .

- استقرارا أفضل لقوة القطع على الحد القاطع.
- قابلية تحمل أفضل وعمرا أطول لأداة القطع في أثناء التشغيل الإنهائي.
- مردودا أفضل بسرعات قطع عالية.

- مقاومة عالية للتأكل الناجم عن أكسدة الحد الخلفي.

- قابلية أفضل لتشغيل إنهاء مواد قابلة للاستطالة والالتصاق لتشكل حدا متراكبا(BUE) ، وبالانتقال إلى الحالة الأكثر إلحاحا - وهي التشغيل الخشن ونصف الإنهائي - تكون مواصفات السرمت كما يلي:

- مقاومة أقل عند أدنى نسبة تغذية وأعلاها.

- متانة أقل عند تغير الأحمال بين المتوسط والثقيل.

- مقاومة أقل للتآكل بالاحتكاك.(AW)

- مقاومة أقل للتآكل على شكل أخاديد جبهيه تؤدي إلى الاهتراء الميكانيكي بالحافة.

- مقاومة أقل للأحمال الصدمية.

جدول الرموز الخاصة بمواد أدوات القطع الحديثة:

اسم مادة أدوات القطع	الرمز
الكربيد الإسمنتي المطلي Coated cemented carbide	GC
الكربيد الأسمنتي غير المطل يCemented carbide	C
السرمت (الخزف المعدني) cermet	CT
ثنائي بلورات الألماس Polycrystalline diamond	PCD
نتريد البورون الحجميcubic boron nitride	CBN
السيراميك (الخزف) ceramics	CC
صلب السرعات العالية (صلب سريع القطع) High speed steel	HSS
الكورونايت coronite	N

إن المزج بين خواص مختلف هذه المواد للاستفادة من مواصفاتها المختلفة له أهمية كبيرة من أجل الحصول على مادة مطورة لتنفيذ عمليات التشغيل النوعية بكفاءة عالية الجودة، وإن الاختيار الصحيح لأدوات القطع المناسبة يحتاج إلى خبرة فنية عالية ومعرفة بخواص المواد المشغلة قبل اتخاذ القرار النهائي لتحديد أداة القطع المناسبة لعملية تشغيل محددة و يبين شكل (٥) مدى المتانة و الصلابة لكل نوع من المواد التي تصنع منها أدوات القطع.

د- المواد الخزفية ceramics

و تصنع منها أقلام تتميز بالصلادة العالية جدا و لكن تستعمل عند سرعات منخفضة حتى لا تتكسر. تتكون من خليطة الألومينا (أكسيد الألومنيوم) الرخيص الثمن مقارنة بالمواد المشكلة بالكربيد الأسمنتي، وتحضر على شكل أقراص بيضاء اللون. ومن خصائصها: الصلادة العالية (٨٩-٩٥ HRA) ومقاومة الحرارة المرتفعة (١١٠٠-١٢٠٠ ^{o}م) والمقاومة الكبيرة للتأكل.

تستخدم هذه الأدوات لقطع الصلب وحديد الزهر والمعادن غير الحديدية، والخراطة النهائية أو نصف النهائية منعا لتعرضها في الحالتين للصدمات في أثناء التشغيل، لكن من عيوبها الهشاشة العالية، لذا يجب عند استعمالها تجنب تعريضها للصدم والاهتزاز الكبير وللأحمال المستعرضة.

ويمكن أن تستخدم المواد الخزفية لقما تثبت على حوامل قطع خاصة بها ميكانيكيا للتقليل من تقشرها وتكسرها، أو بإلصاقها بالحامل بوساطة اللحام.

هـ- الألماس diamond

يتألف الألماس من عنصر كيميائي واحد هو الكربون، وهو من أكثر المواد صلادة ومقاومة للتآكل ودرجة الحرارة؛ إذ يتحمل حتى ٩٠٠ ^{o}م ، لذا فهو من أفضل أدوات القطع في عمليات الخراطة وإنهاء السطوح وتشغيل المعادن غير الحديدية و السبائك غير المعدنية. ومن عيوبه الهشاشة العالية والسعر المرتفع.

يمكن المفاضلة بين هذه المواد عموما كما يلي:

- يتميز الصلب سريع القطع HSS بمتانة تعادل ضعف متانة الكربيد الأسمنتي وثلاثة أضعاف متانة الخزف.
- يتميز الألماس الصناعي بأنه هش جدا ولكنه قاس جدا، أما مادة الخزف فأكثر قساوة من الكربيد الأسمنتي وأكثر استقرارا حراريا وكيميائيا من الكربيد.
- مادة السرمت تتصف بالمقاومة العالية لتأكل سطح القطع والحد القاطع high flank and crater wear resistance. والاستقرار الكيميائي المرتفع واستقرار قساوة المادة نسبيا مع ارتفاع درجات الحرارة و ميل أقل للالتصاق بسطح القطع. low tendency for built-up edges و ميل أقل للتأكل الناجم عن الأكسدة oxidation wear

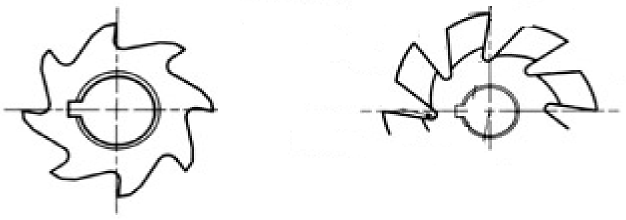
٥- <u>إجراءات للحفاظ على سكاكين الفريزة</u>

نظرا لإرتفاع ثمن سكاكين القطع وسهولة تلفها يجب مرعاة الأتى :

أ- استخدام سكاكين حاده
ب- التأكد من احكام تركيب السكينة قبل التشغيل
ت- استخدام سرعات القطع المناسبة لكل معدن
ث- التأكد من غزارة الإمداد بسائل التبريد
ج- اختيار السكينة المناسبة
ح- لا تطرق السكينة على العمود
خ- تنظيف السكينة قبل التخزين
د- التأكد من تخزينها في مكان أمن ومنفرده

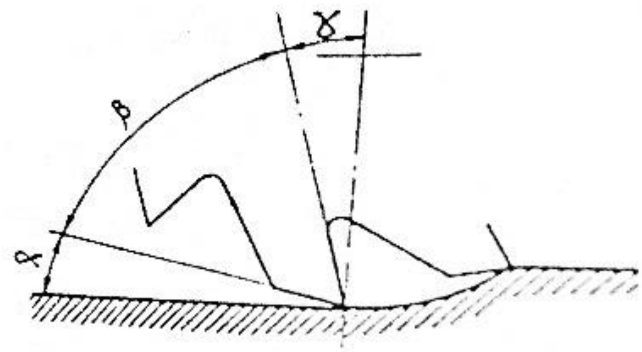
شكل الحد القاطع في سكينة التفريز :

يتكون مقطع التفريز من الحدود القاطعة تشبه الموجود في قلم الخراطة او المقشطة ، وتاخذ شكلين:



١- الحد القاطع الزاوي.   الحد القاطع المنحني.

زوايا اسنان سكينة الفريزة :



١- زاوية الخلوص α

هي الزاوية المحصورة بين الخط الافقي والمماس لحافة السنة وتتراوح من ٧-١٢ درجة.

٢- زاوية الجرف ȣ

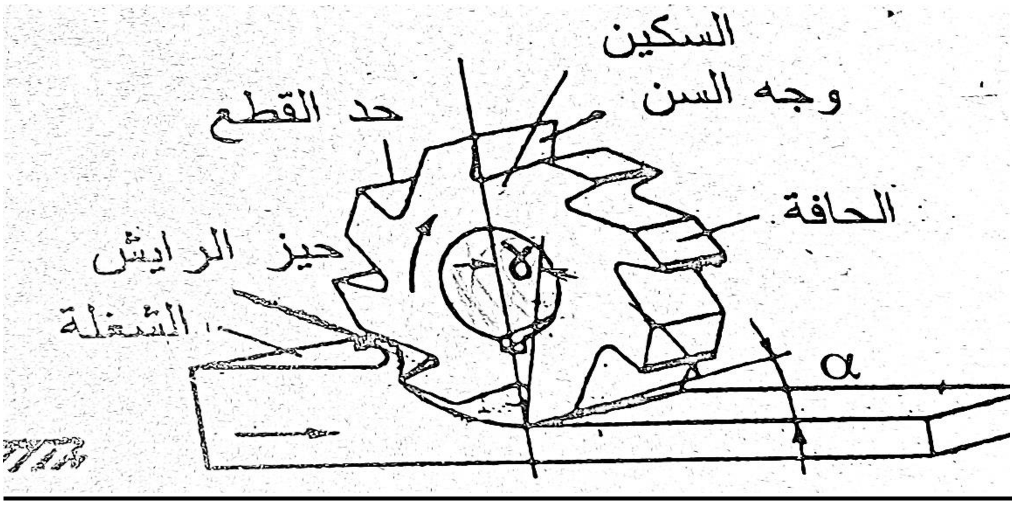
هي الزاوية المحصورة بين خط المحور الرأسي والمماس لوجه السنة .

٣- زاوية السن

هي الزاوية المحصورة بين الحافة ووجه السنة وتعتمد علي قيمة زاوية الجرف والخلوص .

Ɓ= 90-(α+ȣ)

عناصر مقطع التفريز :



١- وجه السن : هو السطح الذي تنساب عليه الجذاذة اثناء عملية القطع .

٢- الحافة : السطح المقابل للسطح المشغل .

٣- حد القطع : يتكون نتيجة للتقاطع الوجه مع الحافة.

وباقي عناصر مقطع التفريز هي القطر الخارجي – عرض السكينة – قطر ثقب السكينة .

شروط القطع :

شروط القطع هي

١- سرعة القطع (V)

٢- سرعة التغذية (F)

٣- عمق القطع (d)

٤- عرض السطح(C)

أولا سرعة القطع : (V   m/min)

هي المسافة الخطية التي يقطعها الحد القاطع لسنة واحدة من أسنان السكينة في الدقيقة الواحدة.

حساب سرعة القطع (V)

اذا افترضنا ان قطر مقطع التفريز D mm وعدد لفات السكينة N rpm   ($\pi=\frac{22}{7}$

وتحسب سرعة القطع من المعادلة V= π D N mm/min

وعادة يعبر عن السرعة الخطية m/ min فان

$$V=\frac{\pi D N}{1000} \quad m/min$$

مثال: احسب عدد دورات عمود الدوران في الدقيقة لمقطع تفريز قطره D=100 mm ، وسرعة القطع الخطية V=22 m/min

$$V=\frac{\pi\, D\, N}{1000} \qquad N=\frac{1000\, V}{\pi\, D}$$

$$N=\frac{1000*22*7}{22*100}=70\ rpm$$

وتتوقف سرعة القطع علي عدة عوامل هي :

١- نوع معدن الشغلة

٢- نوع معدن مقطع التفريز

٣- عمق القطع

٤- التغذية لكل سنة من اسنان مقطع التفريز

٥- قطر مقطع التفريز

٦- خواص سائل التبريد المستخدم

ويجب ألا تزيد سرعة القطع عن السرعة المناسبة لظروف التشغيل لتجنب تلف مقطع التفريز.

والجدول (١) يوضح ظروف تشغيل قياسية :

نوع معدن الشغلة	نوع معدن مقطع التفريز	سرعة القطع V m/min
صلب طري	صلب سريع القطع HSS	١٨-٣٦
صلب عالي الكربون- زهر رمادي	صلب سريع القطع HSS	١٥-٢٠
برونز – نحاس	صلب سريع القطع HSS	٣٦-٦٠

ثانيا سرعة التغذية (F)

هو مقدار المسافة التي تتحركها المشغولة في اتجاه الحد القاطع في الدقيقة

والتغذية اما ان تكون تغذية طولية في الاتجاه X-X

او تغذية عرضية في الاتجاه Y-Y

او تغذية رأسية في الاتجاه Z-Z

وعند قطع المشغولات علي الة التفريز يجب ضبط صندوق التغذية ، ولحساب سرعة التغذية المناسبة يجب معرفة :

- **مقدار التغذية لكل سنة من اسنان مقطع التفريز F mm**
- **عدد الاسنان علي مقطع التفريز n**

- عدد دورات السكينة في الدقيقة N rpm

وعند حساب سرعة التغذية الكلية في وحدة الزمن (الدقيقة) يساوي مقدار التغذية لكل دورة مضروبا في عدد دورات السكينة في الدقيقة.

S_F=سرعة التغذية الكلية mm/min

$$S_F = f * n * N \quad \frac{mm}{min}$$

مثال : مقطع تفريز محيطي عدد اسنانه n=12 ويدور بسرعة N=120 rpm ، احسب سرعة التغذية الكلية لتفريز سطح من الحديد الطري ، علما بان التغذية لكل سنة f= 0.2 mm .

$$S_F = f * n * N \quad \frac{mm}{min}$$

$$S_F = 0.2 * 12 * 120 = 288 \quad \frac{mm}{min}$$

ملحوظة هامة : عند تشغيل الزهر والبرونز يجب مضاعفة قيم التغذية من ١,٥ مرة الي ٢ مرة حسب ظروف التشغيل.

ثالثا عمق القطع

هو سمك المعدن المزال في وجه واحد بواسطة مقطع التفريز واذا كان السمك المراد ازالته اكبر من عمق القطع المحدد ، في هذه الحالة يتم حساب عدد الاوجه .

السمك المطلوب ازالته mm h

عمق القطع لكل وجه mm d

عدد الاوجه s

وتقرب الي عدد صحيح s= h/d

مثال : احسب عدد الاوجه S المراد ازالتها بمقطع التفيز علما بأن عمق القطع لكل وجه d=2 mm ، والسمك المراد ازالته h=7 mm .

S= h/d = 7/2 = 3.5 ~ 4

- أدوات القطع علي الات التفريز :

تصمم ادوات القطع علي الة التفريز لتوافق ظروف القطع للحصول علي افضل النتائج ولتحقيق ذلك يجب مراعاة العوامل الاتية :

- معدن سكاكين التفريز:

تصنع معظم سكاكين التفريز بحيث تتصف بصفات خاصة بها حتي تؤدي عملها علي الوجه الاكمل وهي

أ- الصلادة :ان تكون صلادة اداة القطع اعلي من صلادة الشغلة وان تحافظ عي هذه الصلادة في ظروف القطع المختلفة.

ب- المتانة : ان تكون اداة القطع ذات متانة عالية مقاومة للكسر او القصف بالصدم.

ت- مقاومة للضغط والتاكل :ان تكون ذات مقاومة عالية للتشوه او تلم الحد القاطع في قوي ودرجات حرارة القطع.

تكنولوجيا الفرايز المبرمجة بالحاسب (CNC)

مقدمه عن التحكم الرقمى فى الماكينات(CNC)

١,١ مقدمة التحكم الرقمى في الماكينات وترايخها:

تقنية التحكم الرقمى كما هي معروفه في يومنا هذا بدأت في منتصف القرن العشرين. ويمكن تتبعها الي سنة ١٩٥٢ ميلاديا ولكن لم يتم تطبيقها في التشغيل والإنتاج الا في أوائل ١٩٦٠, وبداية الانتشار الحقيقي لتكنولوجي التحكم الرقمى كانت في حوالى ١٩٧٢ وما بعدها حيث تم عرض الحواسب الألية بسعر مناسب.

لقد تم أول تطوير لتقنية التحكم الرقمي في الفترة ما بين ١٩٤٧م و ١٩٥٢م في معهد ماسوشوست للتقنية (MIT)بالتعاون مع شركة جون بارسونس للطائرات في مدينة متشجان بالولايات المتحدة الأمريكية.
وترجع فكرة التحكم الرقمي في ذلك الوقت إلى ظهور حاجة ماسة لإنتاج قطع غاية في الدقة الأشكال هندسية معقدة تشكل أجزاء من الطائرات الحربية (وعلى وجه الخصوص مراوح للطائرات العمودية).
ونسبة التعقيد هذه الأشكال فقد اقتضى ذلك استغراق وقت طويل للتأكد من صحة العلاقة من حيث الموقع بين أداة القطع وقطعة الشغل ، وذلك قبل الشروع في عمليات التشغيل . وقد أدى ذلك إلى تطويل الزمن المطلوب لإكمال عمليات التصنيع وبالتالي زيادة التكلفة.

لقد كان ظهور تقنية التحكم الرقمي بمثابة التحول الجذري في طريقة التحكم في ماكينات التشغيل ، وذلك استجابة لما بدأ جليا من وجود محدودية في إمكانيات هذه الماكينات ، مما يفرض قيودا ثقيلة على التصميمات الهندسية ومتطلباته المتصاعدة من حيث الدقة والتعقيد ، وفي السنوات التي تلت الحرب العالمية الثانية ثبت بوجه خاص عجز الماكينات التقليدية عن تحقيق متطلبات صناعة المعدات الجوية، مما فتح الباب على مصراعيه لظهور ما سمي بالتحكم الرقمي .

كان اختراع ماكينات التشغيل علامة تحول بارزة فى تاريخ البشرية لتحل محل الانسان ، حيث تقوم هذة الماكينات بالتصنيع بشكل اوتوماتيكى Automation وتكون الكفاءة اعلى والدقة بالطبع ستكون افضل وبدلا من تدخل العامل البشري في كل التفاصيل.

الشكل ١,١1:ماكينة تحكم رقمى

١,٢ تعريف التحكم الرقمى في الماكينات

التحكم الرقمى يقصد بهم استخدام منظومه من الأرقام والرموز للتحكم في حركات الماكينة لتأدية أفعال معينه.

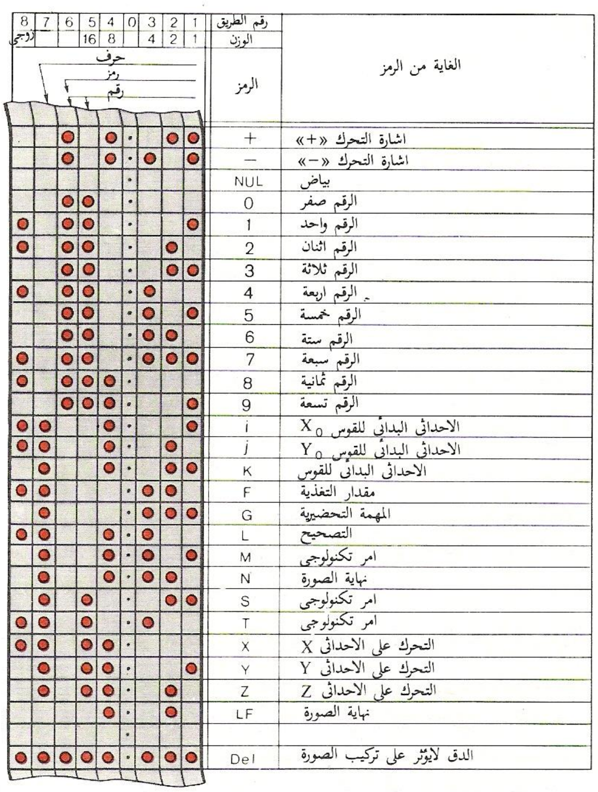
أي انه طريقة للتحكم الآلي في حركات أجزاء الماكينات بإدخال مجموعة من التعليمات مكتوبة على هيئة حروف أبجدية وأعداد و رموز وعلامات (-، +،/، %) تتحول إلى إشارات كهربيه تتحكم في أنشطه الماكينة(فتح و ربط المثبتات التي تعمل آليا- إدارة عمود الماكينة في الاتجاه المطلوب و بالسرعة المحددة له أو إيقافه و ضبط موضع توقفه -تحريك الشغلة أو العدة بالتغذية المطلوبة في الاتجاهات المختلفة وللمسافات المطلوبة على المسارات المحددة - استبدال العدة) وذلك كله محل الجهد الإنساني لضمان تكرار التشغيل بنفس مستوى الجودة المطلوبة مع التحكم في زمن التشغيل دون اعتماد على مهارة العامل و سرعته و حالته و كذلك التخلص من تأثير الاختلاف من عامل لأخر مما كان يسبب خفض الإنتاج و تقليل الجودة و زيادة نسبة الأخطاء.

١,٣ أشكال التحكم الرقمى وأنواعه

يوجد العديد من الطرق للتحكم في الماكينات رقميا والتي تتراوح من طرق بيدويه ومعقده الى طرقه مرنه وذات كفاءة عاليه وفيما يلي سنتعرف عل انواؤ وطرق التحم الرقمى في الماكينات والعدد المختلفة وهي كالأتى :

١,٣,١ التحكم الرقمى :(NC)

بداية يجب الإشاره الي ان نام ال Nc لم يعد يستخدم هذه الأيام نظرا لصعوبه التعديل في برنامج التحكم وقدم تاريخه وأيضا لظهور انظمه احدث واسهل كما سنتعرف لاحقا.



الشكل ٣,١ :1 الشريط المثقب

التحكم هو صورة من صور الآلية القابلة للبرمجة حيث يتم التحكم في ماكينات التصنيع بواسطة برنامج خاص بالقطعة المراد إنتاجها ، ويكون البرنامج في شكل أرقام وحروف ورموز ، ويحفظ على هيئة شريط مثقب تتم قراءته بواسطة جهاز التحكم في الماكينة . عندما تتغير القطعة المطلوب تصنيعها يتغير أيضا البرنامج، وهذه القابلية لتغيير البرنامج هي التي تجعل ماكينات التحكم الرقمي مناسبة للإنتاج المنخفض والمتوسط الحجم ، وتمتد تطبيقات التحكم الرقمي لتشمل ماكينات العدد بمختلف أنواعها مثل الفرايز والمخارط ... إلخ ، وماكينات القياس ، وماكينات التجميع (Assembly) وغيرها. وتقوم قاعدة التشغيل لكل هذه الأنواع من ماكينات التحكم الرقمي على مبدأ مشترك وهو التحكم في موقع أداة القطع.

٢,٣,١ المكونات الأساسية لنظام (NC):

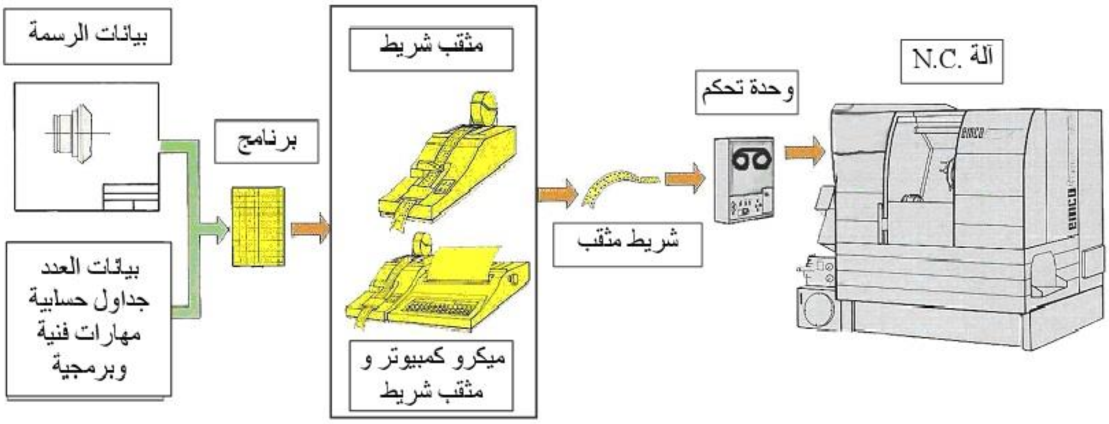
يتكون نظام ال NC من ثلاث أجزاء كما هو موضح بالشكل التالى :-

أ- مثقب الشريط (Punch Tape): يقوم المبرمج بتحويل تعليمات التشغيل إلي ما يوافقها من مجموعة ثقوب (Hole Pattern) علي شريط، ، تستخدم وحدات التحكم الرقمى نوع من أنواع

الأجهزة المثقبة، أما الوحدات الحديثة فإنها تتألف من ميكروكومبيوتر يحول تعليمات التشغيل إلي مجموعة من الثقوب عن طريق وحدة تثقيب الشريط المرتبطة به.

ب - قارئ الشريط (Tape Reader) وجهاز التحكم (Controller): يقوم قارئ الشريط بقراءة مجموعة الثقوب ويحولها إلى ما يماثلها من رمز لإشارة كهربائية، ثم تقوم وحدة التحكم بتحويل هذا الرمز لإشارة كهربائية متوافقة تنتقل إلي محركات آلة التحكم الرقمى (مواتير الماكينة).

١. آلة التحكم العددي (NC Machine): تستجيب هذه الآلة للإشارات القادمة من وحدة التحكم، وبالتالي تقوم الآلة بتنفيذ الحركات المطلوبة لتصنيع مشغولة ما.



الشكل ٣،١ :2 المكونات الأساسية لنظام (NC)

٣،٣،١ التحكم الرقمى بالحاسب الألى (CNC)

CNC هي اختصار ل Computer Numerical Control أي التحكم الرقمى بإستخدام ما يسمى بالكمبيوتر وهذا النظام هو اكثر مرونه من نظام NC بحيث يمكن تعديل نفس برنامج التحكم أكثر من مره باستخدام الكمبيوتر.

هو نظام تحكم رقمى NC ولكن مضاف إليه حاسب آلي – ذو ذاكرة لحفظ البرامج – وهو يعتبر جزء اساسى من الماكينة. ويحتوي الحاسب علي وحدة تحكم Machine Control Unit والتي تقوم بتحقيق ومعالجة برنامج التشغيل ومقارنته بالحركات العامة التي باستطاعة الآلة القيام بها . وتحتوي وحدة التحكم علي برمجيات (Software) تخزن برامج التشغيل بحيث لا تنمحي عندما تتوقف الآلة عن العمل، ولذلك يمكن إعادة تشغيل البرنامج بشكل متكرر للحصول علي آلاف المشغولات المصنعة. كما أن الحاسب يحتوي على لوحة مفاتيح ذات أحرف وأرقام لإدخال برنامج التشغيل يدويا. وهو مزود بشاشة تقوم بعرض برنامج التشغيل ومسار المعدة القاطعة (Tool Path).

الشكل ٣,١:3 مكونات نظام الـ (CNC)

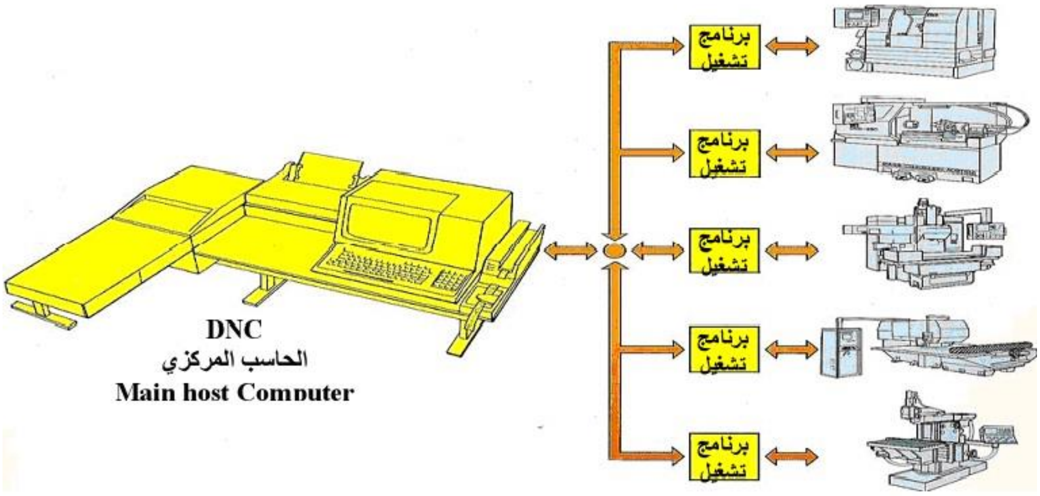
٤,٣,١ *التحكم الرقمي المباشر DNC:*

وهو عبارة عن نظام تصنيع يقوم فيه كمبيوتر واحد بالتحكم في عدة ماكينات تحكم رقمي بصورة مباشرة وحية، حيث ينتقل برنامج القطعة المعينة المراد إنتاجها من ذاكرة الكمبيوتر مباشرة إلى ماكينة التحكم الرقمي رغم إنه يستخدم كمبيوتر في كلا من نظامي ال (CNC) وال (DNC) يجب ملاحظة الفروق التالية:

أ- الكمبيوتر في ال (CNC) يتحكم في ماكينة واحدة، في حين أنه يسيطر على عدد كبير من الماكينات في حالة ال (DNC).

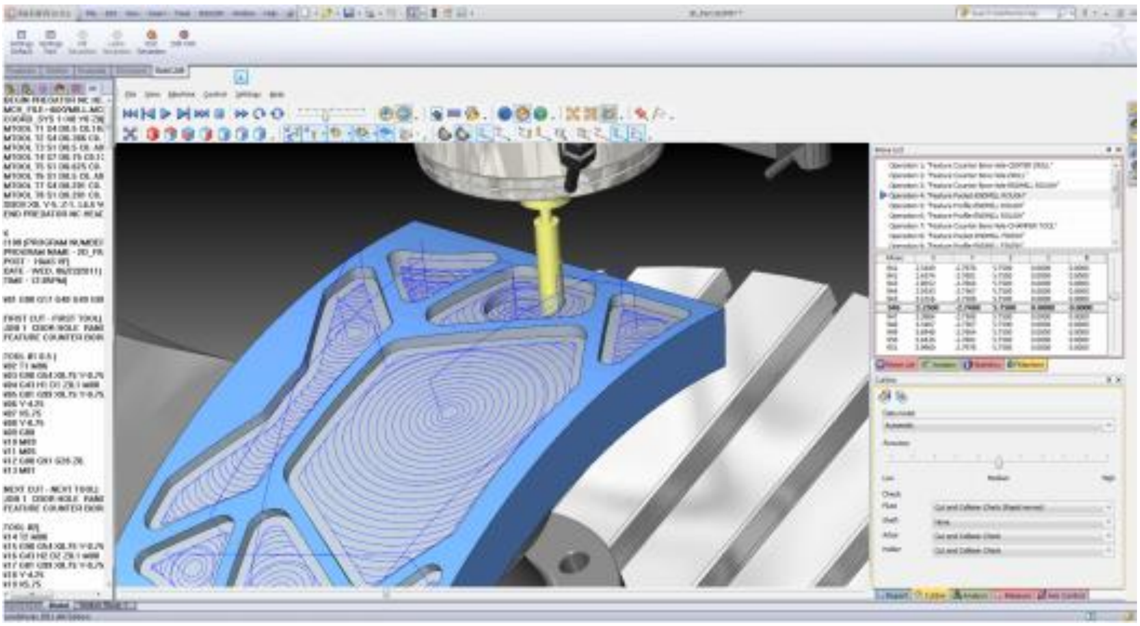
ب- الكمبيوتر يكون في مكانه بعيدا عن الماكينات التي يعمل معها في نظام ال (DNC) ولكننا نجده مباشرة مع الماكينة وفي حالة ال (CNC).

ت- الكمبيوتر في حالة ال (DNC) ليس هدفه الوحيد التحكم في الماكينات التي تعمل معه بل هو يمثل أيضا جزء من نظام توفير المعلومات الإدارة المصنع، أما بالنسبة ل (CNC) فالكمبيوتر يحصر إمكانياته لخدمة الماكينة التي تعمل معه.



الشكل ١،٣ :4التحكم الرقمى المباشرDNC

١،٣،٥ استخدام الحاسب في التصميم والتصنيع CAD-CAM:



الشكل ١،٣ :5 برنامج محاكه (CAD-CAM)

CADهو نظام استخدام الحاسب الألى في التصميم و اما CAMهو استخدام الحاسب الألى في التصنيع وبدمج كلتا النظامين يصبح لدينا CAD-CAM وهو استخدام الحاسب الألى في التصميم والتصنيع والذي بدوره يقوم بتوليد واستخراج كود او برنامج التحكم في الماكينة اوتوماتيكيا عن طريق تزويده ببيانات رسمه المشغول سواء رسمه ثنائية الأبعاد او ثلاثية الأبعاد

هي إعداد برنامج التحكم الرقمى، عن طريق الاستعانة بنظام التصميم والتصنيع بمعونة بالحاسب الآلي (CAM /CAD). وحتى يكون الحاسب قادرا علي إعداد برنامج التحكم الرقمى يجب أن تتوفر له بعض الأشياء منها:

١- بيانات الشغلة (نوعها ، أبعادها ، أعماق القطع).

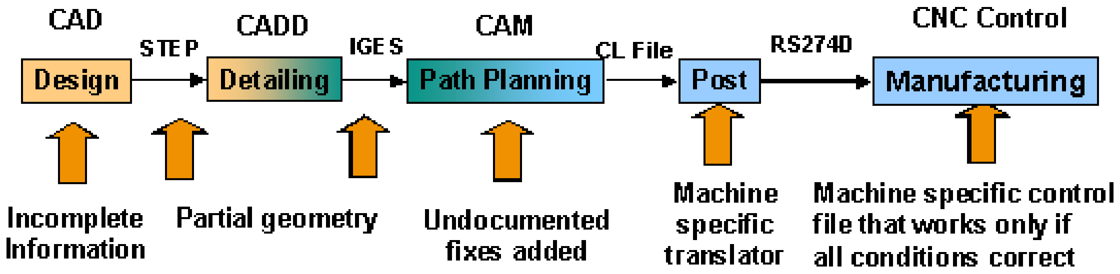
٢- بيانات العدد (نوعها، أرقامها، أقطارها، أطوالها).

٣- حدود ومسار التشغيل مسار حركة العدة بالنسبة لحدود تشغيل الخام).

٤- مهارات فنية (قدرة الفني علي استخدام الدورات وتحديد لغة البرنامج).

بعد إدخال هذه المعطيات في الحاسب يقوم باستنتاج العمليات الحسابية والفنية (سرعات الدوران والتغذية) ومسار أداة القطع (حسابات هندسية، CAM /CAD).

ثم يقوم المعالج بتحويل هذه المعطيات إلى برنامج التحكم الرقمى بلغة (CLD) Cutter Location Data، استعدادا لتحويله إلي لغة نظام التحكم الرقمى بواسطة المعالج المتقدم (Post Processor)، ثم يتم تحويله مرة ثانية داخل الحاسب بواسطة (Decoder) إلى لغة الماكينة، ثم يتم نقلة إلي الآلة بواسطة الوصلة البينية.



الشكل ٦:١,٣ الخطوات الرئيسيه لنظام الـ (CAD-CAM)

١,٤ أنواع ماكينات التحكم الرقمى:

١,٤,١ *مخارط التحكم الرقمى CNC Lathe Machines*

هي عباره عن نفس مكونات المخرطة العادية ولكن زودت مواتير كهربيه لتحريك كل محول حركة وجهاز التحكم لمعالجه كود التحكم في الماكينة الي جانب تغيير شامل في التصميم لتناسب الحركات الأوتوماتيكية بدلا من الحركات اليدوية المعتادة في الماكينات اليدوية الاعتيادية.

إحدى أنواع ماكينات CNC التي تستخدم في شغل وتصنيع المعادن عن طريق دوران المشغولات المراد تشكيلها، وإعطائها الشكل المطلوب.

الشكل ٤,١:1 ماكينة خراطه رقميه

٢,٤,١ ماكينات الفرايز الرقمية CNC Milling Machines

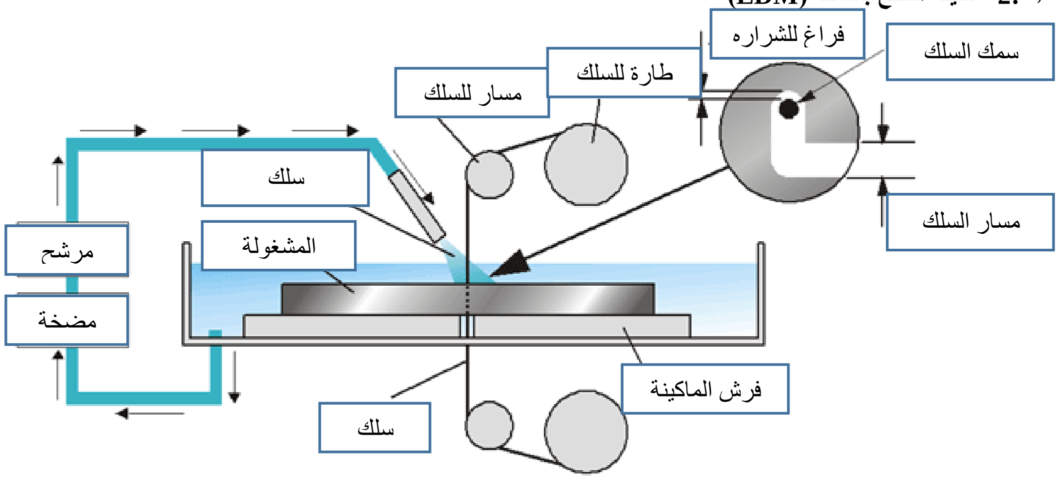
هي عباره عن نفس مكونات الفرايز العادية ولكن زودت مواتير كهربيه لتحريك كل محول حركة وجهاز التحكم لمعالجه كود التحكم في الماكينة الي جانب تغيير شامل في التصميم لتناسب الحركات الأوتوماتيكية بدلا من الحركات اليدوية المعتادة في الماكينات اليدوية الاعتيادية.

يستخدم هذا النوع من ماكينات CNC قواطع دوارة لقطع مواد مختلفة من المواد المصنعة. وتعتمد عملية القطع على بعض الأومر لتحديد العمق، الاتجاه وزاوية القطع. دقة القطع في هذه الماكينة أصبحت أكثر دقة نظرا لاستخدام التكنولوجيا وادخال الحاسب الآلي على عكس السابق عندما كانت تعمل باليد .

٣,٤,١ ماكينات القطع بالسلك(EDM)

تستخدم سلك ذا قطر صغير يتراوح بين (٠.mm ٣ – ٠,١) كإلكترود يقتلع المادة بالتأكل (Erosion) الناجم عن الشريري الذي يتحرك أفقية مع السلك الذي يكون مشدودا بين دحروجين مرتبطين بطاولتين أفقيتين علوية وسفلية يمكن أن تعملا بمحورين أو أربعة ويقوم نظام التحكم (CNC) بالتحكم بالطاولتين. تستخدم هذه الآلات الإنتاج القوالب والقطع المقحمة ذات السطوح العمودية قوالب حقن البلاستيك (Plastic Extrusion Dies) وقوالب القص (Trim dies)، وأدوات القطع التشكيلية (For Tool). القطع بالسلك الشررى (EDNI) تفريغ مشغولة بالحصول على فراغ ثلاثي البعد لأسطح مائلة

الشكل ٤,١:2 ماكينة القطع بالسلك (EDM)



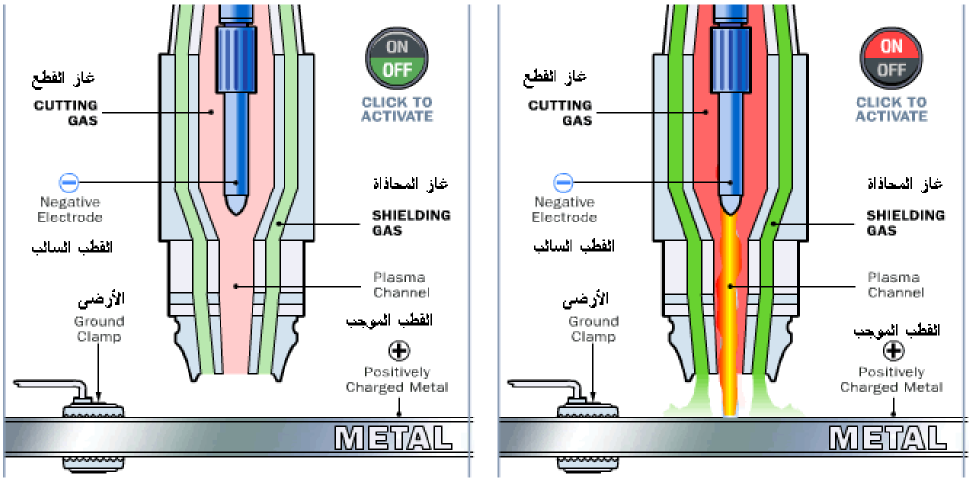
الشكل ٤,١:3 المكونات الرئيسية لماكينات القطع بالسلك (EDM)

٤,٤,١ ماكينات القطع بالبلازما Plasma cutters

هذا النوع من ماكينات الـCNC يقوم بقطع الفولاذ والمواد الأخرى بوساطة البلازما، وتكون عملية القطع باستخدام مقصات البلازما

الشكل ٤،١:4 ماكينة القطع بالبلازما **Plasma cutters**

مقصات البلازما تبعث قوسا كهربائيا من خلال غاز يمر بداخل فتحة محددة. الغاز قد يتكون من هواء، نيتروجين، أرجون, أوكسجين, الخ. يسبب هذا لارتفاع بدرجة حرارة الغاز حتى مرحلة يدخل إلى الحالة الرابعة للمادة. كلنا نعرف الحالات الثلاث الأولى للمادة، أي: الصلب، السائل والغاز. العلماء يعرفون هذه الحالة الإضافية كالبلازما. بما أن المعدن الذي يتم قصه هو جزء من الدائرة, فإن الموصلية الكهربائية للبلازما تجعل القوس ينقل قوة العمل الخاصة به. الفتحة المحددة (الفوهة) والتي يمر الغاز من خلالها تسبب له أن يمر بسرعة فائقة. الغاز فائق السرعة يقص في المعدن المصهور.

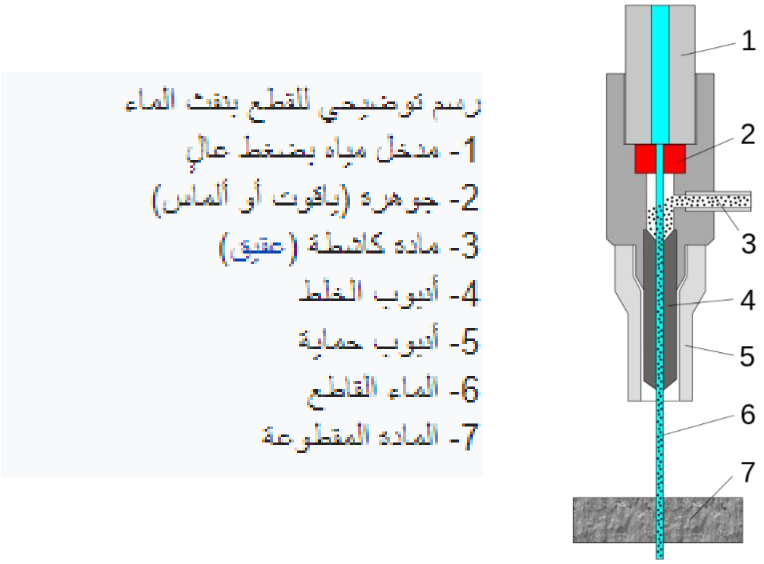


الشكل ٤،١:5 نظريه عمل ماكينات البلازما

١,٤,٥ القطع بضخ الماء Water jet cutting

القطع بنفث الماء أو القطع بضخ الماء (Water jet cutting) تستخدم هذه التقنية لتشغيل أي نوع من المواد الطرية أو القاسية مثل المعادن والحجر والسيراميك والزجاج والمطاط والبلاستيك والجلد والورق ويمكن القطع وفق أي منحني أو مستوي.

وهو نظام قطع بارد تماما (غير ناشر للحرارة)، وغير ملوث للبيئة. وفي الغالب يستخدم نظام تحكم رقمي باستخدام الحاسوب (CNC). وهو آلة قطع ذات عمر استخدام طويل مما يؤدي إلى انخفاض زمن التوقفات.



الشكل ١,٤: 6 المكونات الرئيسية لماكينة القطع بضخ الماء Water jet cutting

١,٤,٦ الطابعات ثلاثية الأبعاد 3D Printers

تستخدم تقنية الطباعة ثلاثية الأبعاد لبناء أجزاء المنتج أو النموذج الأول في شكل طبقات، حيث يرسم الجزء المطلوب بمساعدة برنامج أوتوكاد ثم يقسم التصميم إلى رسوم محوسبة (Algorithm Draw)بحيث يتحول كل شكل إلى بيانات رقمية ، يقوم جهاز الطباعة بعد ذلك بتنفيذها مجسمة من المادة المختارة بالتفاصيل الدقيقة لكل طبقة.

ويتم بناء كل طبقة بنثر أو نفث مسحوق الخامة (powder) فوق سطح طبقة أخرى من المسحوق تم اعدادها كأساس.

ويتم تكوين أو بناء الطبقات المادية بتقنية مشابهة لتلك المستخدمة في حالة الطباعة بالنفث الحبري(Ink-jet printing) ، وتستخدم مع تلك الطبقات المادية مواد رابطة (Binders) للخامات لتربط الحبيبات فيتم تشكيل النموذج .

ويقوم مكبس (Piston) بضغط طبقة المسحوق الأساسية لتثبيتها ومن ثم يرتفع ليقوم بضغط الطبقة التالية التي سيتم نفثها ثم ربط حبيباتها باستخدام المواد الرابطة، ويتم تكرار بناء طبقة فوق طبقة حتى يكتمل تشكيل الشكل المطلوب.

الشكل ٧:١،٤ طابعه ثلاثية الأبعاد

١,٥ الفرق بين ماكينات الفرايز العادية وفرايز التحكم الرقمي:

المقارنة بين ماكينات العدد التقليدية وماكينات ال (CNC):

يوجد تشابه في الشكل العام الماكينات العدد التي تعمل بنظام ال (CNC) وماكينات العدد التقليدية ولكن يوجد فرق أساسي في مصدر إيجاد الحركة في الاتجاهات المختلفة التي تتحرك فيها الماكينة. فإذا أخذنا ماكينة الفريزة (Milling M / C) كمثال فإننا نجد أن الفريزة العادية بها محرك واحد ذي تيار متردد في حين أن الفريزة من نوع ال (CNC) يتحكم في التحركات المختلفة بها محركات خاصة تسمى المحركات

المؤازرة (Servomotors) من نوع محركات التيار المستمر أو محرك الخطوة (Stepping motor) أو المحركات الهيدروليك، فماكينة الفريزة (CNC) المبينة في الشكل بها أربعة محركات من نوع التيار المستمر كالآتي:

١. محرك واحد للحركة الطولية لمنضدة الماكينة.
٢. محرك واحد لتحريك المنضدة إلى الداخل أو الخارج بعيدا عن الماكينة.
٣. محرك واحد لتحريك المنضدة رأسيا إلى أعلى أو أسفل.
٤. محرك واحد لإدارة عامود السكاكين أو أدوات القطع" يمثل المحرك الأساسي.

وكل هذه المحركات يتحكم فيها كمبيوتر ماكينة الى (CNC أما ماكينة الفريزة العادية فيمكن تحريك منضدتها طوليا أو في الاتجاه المستعرض أو رأسيا يدويا أو ميكانيكية، فإذن تعتمد دقة العمليات التي تنفذ على الفريزة العادية على مهارة العامل الذي يقوم بتشغيل الماكينة، أما في ماكينة ال (CNC) فإن الدقة تعتمد على مقدرة نظام التحكم ونوعه

ان عمليات قطع المعادن بالطريقة التقليدية تعتمد بصورة أساسية على مهارة العامل وقدرته على ضبط الطارات، و مع العلم ان العامل في كل مرة بمراجعه الرسم وقياس أبعاد العينة، وبالتي تزداد عمليات الحسابات اليدوية .

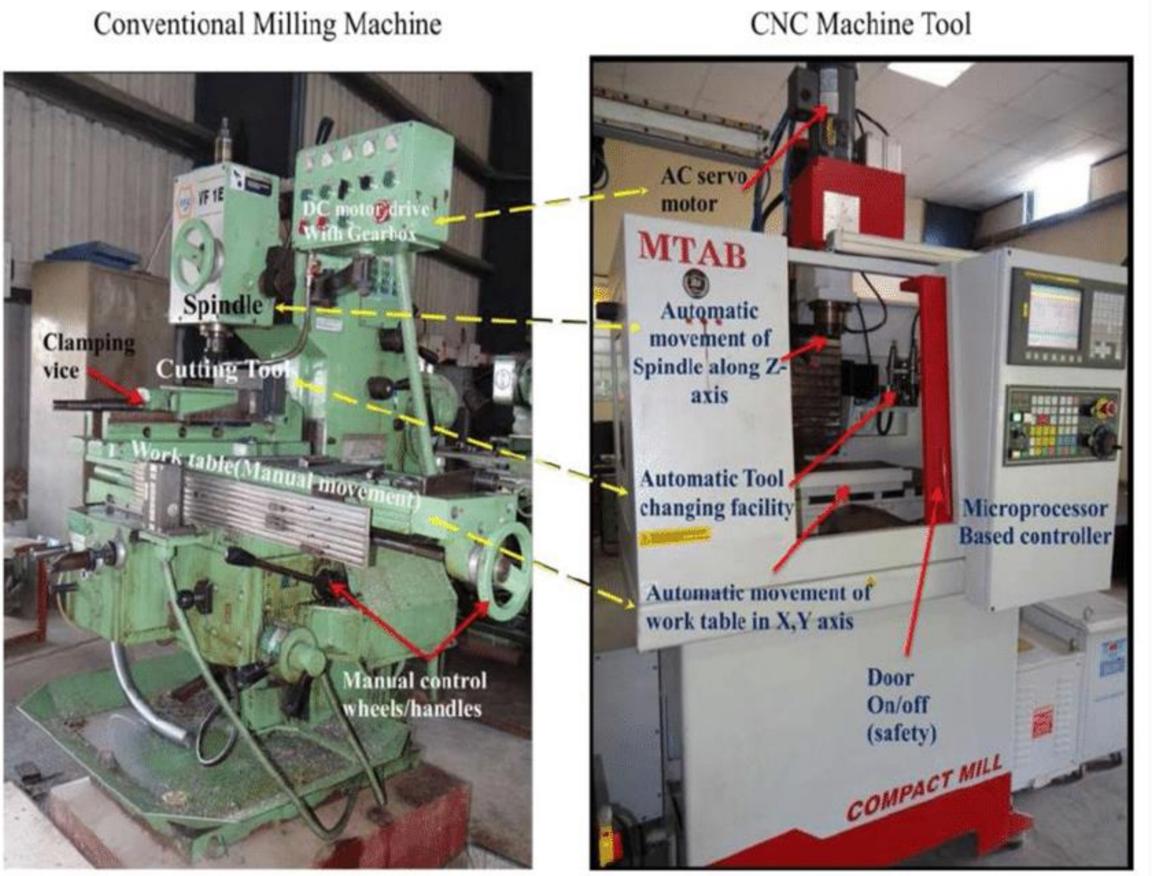
وفي بعض الأحيان يتم استخدام تجهيزات خاصة لإنتاج مثل هذه الأجزاء المعقده و الدورانيه ونتيجة المحدودية في التصميم للماكينات التقليدية فان عمليات تغير العدة وضبطها وكذلك ضبط العينه المراد تشغيلها تتم أثناء عملية القطع على الماكينة . وبالنظر إلى ذلك يتضح أن معظم الوقت المخصص للإنتاج يستهلك في أعمال ليس لها علاقة بعملية القطع للجزء.

ويظهر هذا العيب بصورة واضحة في حالة تكرار إنتاج نفس الجزء بأعداد كبيرة وتكون طبيعة الجزء لا تسمح بوضعه في مثبتات أو مرشدات مما يودي إلى عدم تماثل الأجزاء المنتجة من حيث الأبعاد والشكل .

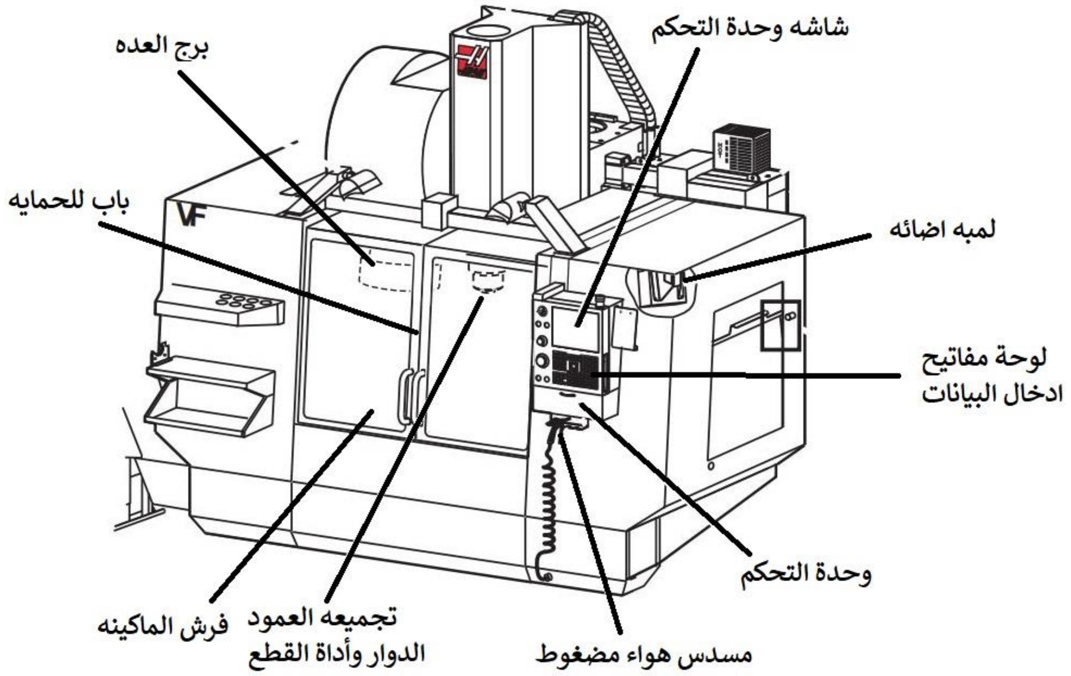
ومن العيوب الموجودة في بعض الماكينات التقليدية هي صعوبة الحصول على عوامل القطع المناسبة نتيجة التحكم في السرعات والتغذية بوسائل ميكانيكية تعتمد على نسبة النقل للتروس المتوفرة فيها .

ويمكن أن نلخص المقارنة بين فريزة تقليدية وأخرى ذات تحكم رقمي بالحاسب في الجدول:

	وجه المقارنة	الفريزة العادية	الفريزة (CNC)
1	الشكل العام	يشابه الفريزة (CNC)	يشابه الفريزة العادية
2	بعض تفاصيل التصميم		
أ	الهيكل	أقل قساوة (مقاومة لقوى التشغيل) من الفريزة (CNC)	أكثر قساوة.
ب	عمود نقل الحركة الطولية	شكل القلووظ شبه منحرف	شكل القلووظ شبه كروي وبه كرات محملية (الشكل (1-5))
3	مصدر الحركة	محرك واحد ذو تيار متردد (A.C)	محرك خاص بكل اتجاه حركة تسمى المحركات المؤآزرة (Servo-Motors) من نوع محركات الخطوة (Stepper Motors) أو المحركات الهيدرولية.
4	دقة عمليات التشغيل	يمكن أن تبلغ 0.01 مم وتعتمد على مهارة العامل	يمكن أن تبلغ 0.001 مم وتعتمد على مقدرة ونوع نظام التحكم مرتفعة تبلغ حوالي خمسة أضعاف الفريزة العادية
5	التكلفة	منخفضة نسبياً	مرتفعة تبلغ حوالي خمسة أضعاف الفريزة العادية
6	التحكم في الحركة	يدوياً أو ميكانيكياً	برنامج التحكم الرقمي



الشكل ١,٥ :1 مقارنة بين ماكاينات التحكم الرقمى والماكينات اليدويه



الشكل ١,٥ :2 المكونات الرئسيه لماكينة تحكم رقمى (فريزة)

الشكل ٣:١,٥ ماكينة تحكم رقمى (فريزة)

الوحدات الرئيسية المكونة لأجزاء الماكينة

١,٦ وحدة التحكم في الماكينة (Control Panel):

هي الوحدة المسؤولة عن إدخال البيانات الخاصة بالبرنامج وتعريف العدد المستخدمة وأبعاد الشغلة وأيضا بيانات تجهيز الماكينة وإعدادها لهذا البرنامج وهي تتكون من مجموعة مفاتيح مسئولة عن إدخال بيانات البرنامج وأخرى مسئولة عن التحكم في الماكينة وتجهيزها للعمل .

الشكل ١:١,٦ لوحة التحكم (Control Panel)

١,٧ لوحة مفاتيح ادخال البيانات: -

الشكل ١,٧ :1 مجموعات المفاتيح فى لوحة التحكم

١,٨ مفاتيح التحكم في البيانات المعروضه :-

مفتاح POS: لإظهار إحداثيات الوضع الحالي للعدة .

مفتاح PRGRM: لإظهار صفحة البرنامج

مفتاحMENU OFSET : لإظهار صفحات إزاحة (صفر العدة صفر الماكينة)

مفتاح Current Command: لإظهار صفحه ال (Displays menus for Devices, Timers, Macros, Active Codes, Calculators, Advanced Tool Management (ATM), Tool Table, and Media.)

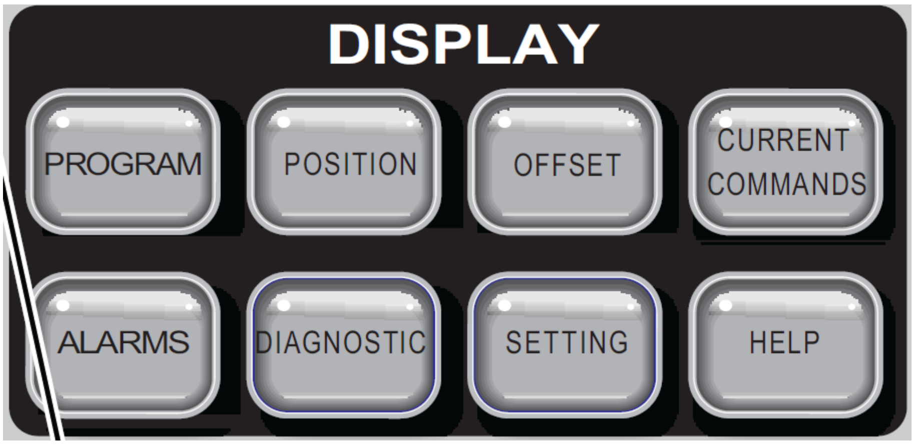
مفتاح DGNOS PARAM: لإظهار صفحة المعاملات الخاصة بنظام العمل

مفتاح ALARM: لإظهار الرسائل الخاصة بالتحذير أو الخطأ قبل حذفها .

مفتاح Setting : لاظهار وتمكين التحكم في ضبط بيانات المستخدم.

مفتاح Help : لاظهار صفحه معلومات المساعده والارشادات.

مفتاح AUX GRAPH : لإظهار صفحات المحاكاة بالرسم Simulation(3D View - مسار حركة العدة)



الشكل ١,٨ :1 مفاتيح قائمة ازرار العرض

مفاتيح التحكم في الماكينة:

مفتاح SKIP: يتم تفعيله بالضغط عليه عندما يراد إلغاء تنفيذ البلوكات الموجود أمامها العلامة / أثناء تشغيل البرنامج.

مفتاح DRY RUN : للتشغيل الإختباري للبرنامج (اختبار البرنامج بدون تثبيت الشغلة)

- يتم الضغط عليه لتفعيله ، ثم تشغيل البرنامج من مفتاح Program start

مفتاح opt stop :

للتوقف المشروط للبرنامج باستخدام الكود M01 - بالضغط عليه التفعيله يتم إيقاف تشغيل البرنامج عند البلوك الموجود به M01

مفتاح RESET :

لإلغاء رسائل الخطة التي تظهر على الشاشة - لإيقاف البرنامج أثناء التشغيل الاختباري أو التشغيل الفعلي - إعادة المحث إلى بداية البرنامج أثناء قراءة أو

كتابة أو تعديل البرنامج .

مفتاح single block machining :

(يتم الضغط عليه لتفعيله عندما يراد تشغيل البرنامج

بلوك واحد في كل مرة أثناء المحاكاة بالرسم والتشغيل الاختباري والتشغيل الفعلي .

مفتاح Program start :

لبدء تشغيل البرنامج (في حالة المحاكاة بالرسم والتشغيل

الاختباري والتشغيل الفعلي)

مفتاح Program stop :

لإيقاف البرنامج (في حالة المحاكاة بالرسم والتشغيل الاختباري والتشغيل الفعلي)

مفاتيح Manual axis movement :

للتحريك يدويا على المحاور X, Y, Z

١. يعمل مع مفتاح نظام العمل JOG عند قياس العدة وإزاحة نقطة صفر الماكينة

٢. يعمل مع مفتاح نظام العمل Reference عند إشعار الماكينة بالنقطة المرجعية Reference Point

مفتاح Reference point :

لإشعار الماكينة بالنقطة المرجعية في جميع المحاور

مفتاح Feed start :

تشغيل التغذية

مفتاح Feed stop :

إيقاف التغذية.

مفتاح Spindle override :

زيادة أو خفض سرعة عمود الدوران المبرمجة أثناء التشغيل

مفتاح Spindle start :

شغيل عمود الدوران.

مفتاح spindle stop : إيقاف عمود الدوران

مفتاح Open door لق لفتح الباب.

مفتاح Close door لك لغلق الباب

مفتاح Open / Close clamping device : فتح أو غلق المثبت (مخرطة)

مفتاح swivel tool turret or tool holder الا لدوران برج العدة (فريزة) أو حامل العدة (مخرطة)

مفتاح Coolant ON / OFF : له لتشغيل أو إيقاف سائل التبريد

مفتاح AUX ON : لتوصيل التيار الكهربي لمحركات الماكينة

مفتاح AUX OFF : لفصل التيار الكهربي عن محركات الماكينة

مفتاح Emergency offالفصل التيار الكهربي عن الماكينة عند الطوارئ

مفتاح Key switch for special operations له وضعين

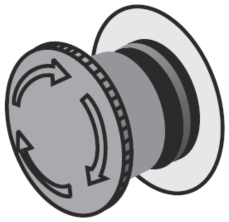
١. الوضع اليدوي : و يستخدم عند قياس العدد وإزاحة نقطة الصفر والباب مفتوح بغرض تحريك المحاور يدويا

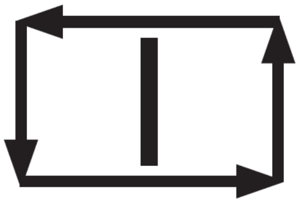
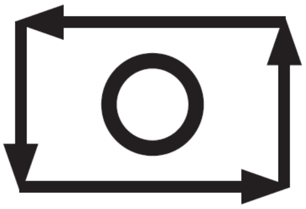
٢. الوضع الآلي : عند التشغيل الآلي للماكينة

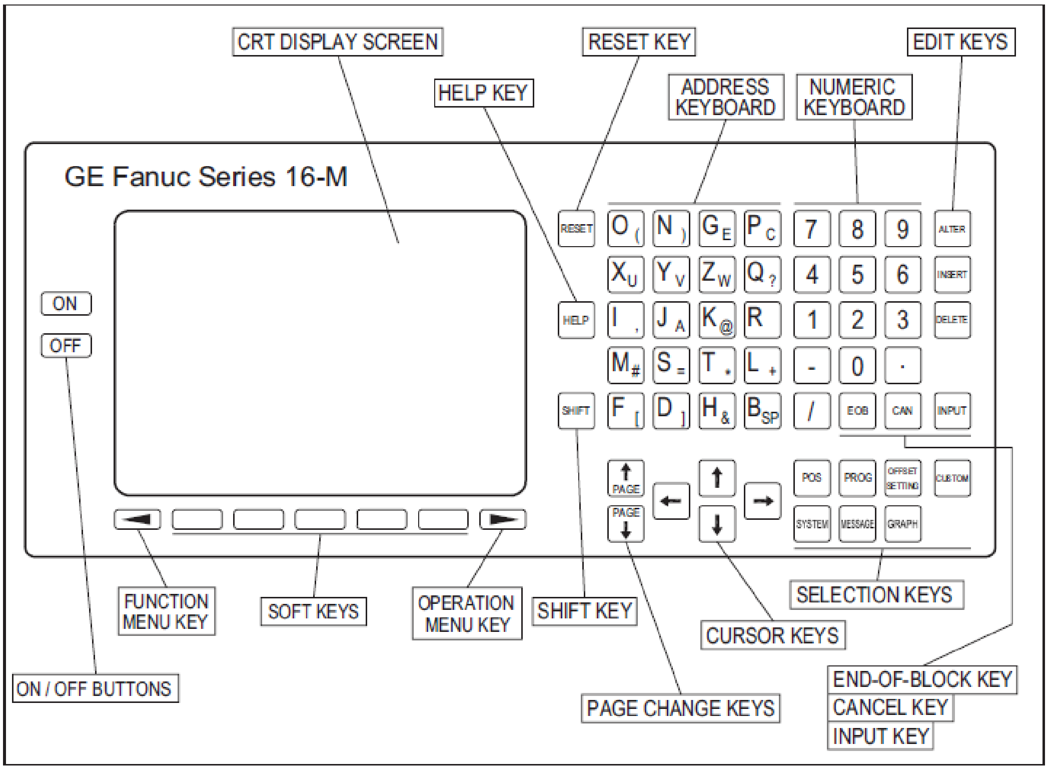
مفتاح التحكم في قيم التغذية:

للتحكم في قيم التغذية بالزيادة أو النقصان بنسبة مئوية من القيمة المدخلة في البرنامج وتتراوح هذه القيم من صفر (يعني التوقف الكامل أو انعدام التغذية) إلى ١٢٠% من قيمة التغذية المبرمجة

كما يوجد أيضا مفاتيح التحكم الأتيه:-

اسم المفتاح	صوره المفتاح	وظيفه المفتاح
[POWER ON]		تشغيل الماكينه
[POWER OFF]		اغلاق او إطفاء الماكينه
[EMERGENCY STOP]		يقوم بإيقاف جميع أجزاء الماكينه من محاور حركة ودوران وسائل تبريد وخلافه
[HANDLE JOG]		لتحريك المحاور يدويا

[CYCLE START]		لبدئ تشغيل كود التحكم وأيضا يستخدم لبدء تشغيل المحاكاه
[FEED HOLD]		يقوم بإيقاف كل محاور الحركه (يظل محور الدوران قلم القطع في عملية الدوران)
Manual axis movement		للتحريك يدويا على المحاورx,y,z ١- يعمل مع مفتاح نظام العمل JOG عند قياس العدة وإزاحة نقطة صفر الماكينة ٢- يعمل مع مفتاح نظام العمل Reference عند إشعار الماكينة بالنقطة المرجعية



الشكل ٨,١ :2 الشكل العام لوحده تحكم بنظام الفانوك (Fanuc 16) تتغير بعض مفاتيح التحكم حسب موديل الماكينة

١,٩ مفاتيح مساعدة :

مفتاحRESET :

إلغاء رسالة الخطأ - إرجاع المحث إلى بداية البرنامج أثناء كتابة أو تعديل البرنامج - إيقاف الماكينة أثناء التشغيل الفعلي أو التشغيل الاختباري للبرنامج بدون فصل التيار الكهربي عن الماكينة

مفتاح CURSOR:

للتحرك بين الكلمات داخل البرنامج .

مفتاح PAGE:

صفحة الأعلى - صفحة لأسفل .

مفتاح ALTER:

لاستبدال كلمة مكان كلمة داخل البرنامج (مثلا G2 مكان G1) –

مفتاح INSRT:

١- لإدخال البيانات في صفحة البرنامج (يتم كتابة البيانات ثم ضغط مفتاحINSERT لتستقر البيانات في البلوك الحالي)
٢- لفتح بلوك جديد في البرنامج يتم ضغط مفتاح INSERT بدون إدخال بيانات
٣- لإضافة برنامج جديد في مكتبة البرامج LIBRARY (يتم كتابة اسم البرنامج الجديد ، مثلا O0004، ثم ضغط مفتاح INSERT لإضافة البرنامج) .

مفتاح **DELET: لحذف (كلمة - بلوك - برنامج)**

١. حذف كلمة (بوضع المحث قبل الكلمة المراد حذفها ثم الضغط على مفتاح DELET
٢. حذف بلوك (بوضع المحث قبل البلوك المراد حذفه ثم كتابة رقم البلوك ، مثلا N50 ، ثم ضغط مفتاح DELET - وفي حالة البلوك بدون رقم يتم كتابة رقم البلوك NO ثم اضغط مفتاح DELET –
٣. حذف برنامج (بإدخال اسم البرنامج ، مثلا ٠٠٠٠٥ ، ثم ضغط مفتاح DELET ، فيتم حذف البرنامج من صفحة البرنامج ومكتبة البرامج)

مفتاح EOB: مفتاح له أربعة علامات

١. بالضغط مرة واحدة يتم إدخال العلامة ; (End Of Block) وذلك لإنهاء البلوك الحالي

وابتداء بلوك جديد

٢. بالضغط مرتين يتم إدخال العلامة / (يتم وضع هذه العلامة قبل البلوك المراد عدم تنفيذه أثناء تشغيل البرنامج)

٣. الضغط ثلاثة مرات يتم إدخال العلامة , (لا تستخدم كعلامة في البرنامج – ويمكن استخدامها ضمن أي عبارات إرشادية بين الأقواس)

٤. بالضغط أربعة مرات يتم إدخال العلامة # (تستخدم في نظام البرمجة بالعوامل - وهذا الخيار غير موجود بالماكينة)

مفتاح CAN:

حذف البيانات بعد كتابتها وقبل إدخالها للبرنامج .

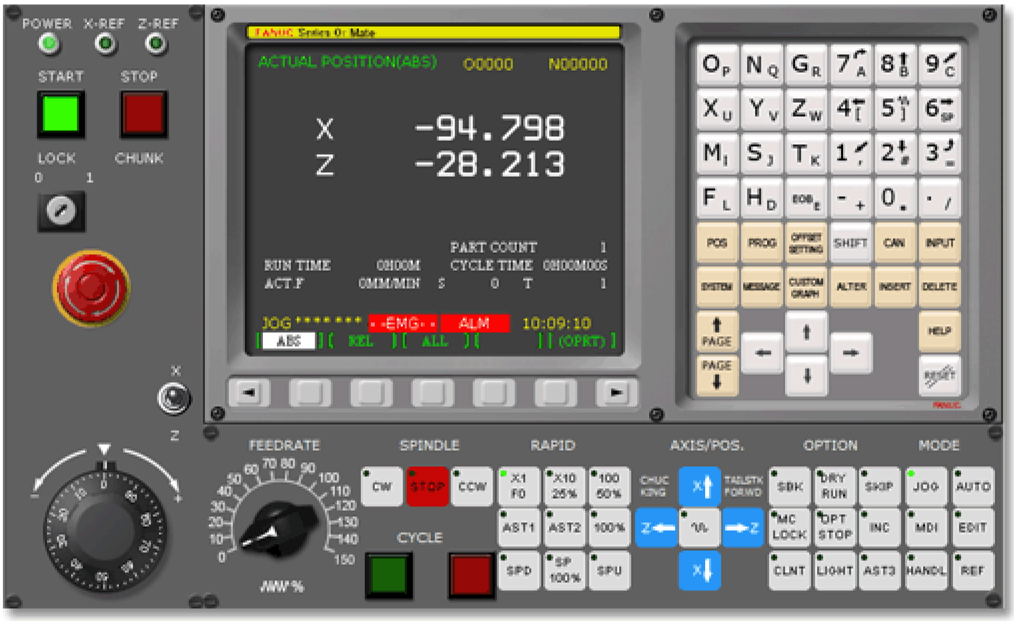
مفتاح INPUT:

لإدخال بيانات في صفحات (صفر العدة Tool Offset – صفر الماكينة Machine Zero Point - نظام التشغيل Degnos Param) - بالإضافة إلى نسخ البرامج من الدسك المرن Floppy Disk إلى الماكينة باتباع الخطوات التالية :

١. وضع مفتاح متعدد الأنظمة على وضع Edit
٢. ضغط مفتاح PRGRM في لوحة إدخال البيانات للدخول في صفحة البرنامج الفعال
٣. إدخال الدسك المرن في السواقة
٤. كتابة اسم البرنامج الموجود بالدسك والمطلوب إضافته للماكينة ، مثلا O0005
٥. بضغط مفتاح INPUT يتم نقل البرنامج ٠٠٠٠٥ من الدسك إلى الماكينة

مفتاح OUTPT START:

يستخدم في نسخ البرامج من الماكينة إلى الدسك المرن Floppy Disk باتباع نفس الخطوات السابقة مع ضغط مفتاح OUTPT START بدلا من مفتاح INPUT



الشكل ١,٩:1 لوحة تحكم (Fanuc)

١,١٠ أنواع المتعاملين مع ماكينات التحكم الرقمي

١,١٠,١ مبرمج ماكينات التحكم الرقمي CNC

مبرمج ماكينات التحكم الرقمي هو عادة الشخص الذي يتحمل معظم المسئوليات داخل ورشة التشغيل. هذا الشخص مسئول عن نجاح العمل و هو أيضا المسئول عن حل المشاكل المتعلقة بتشغيل ماكينات التحكم الرقمي و هو المسئول عن تقليل زمن تشغيل المشغولات لتوفير الوقت وتكاليف التصنيع وفى الحقيق فمبرمج ماكينات التحكم الرقمي هو المفتاح الأساسى لجوده التشغيل وكفاءته في مكان العمل بتلك الماكينات.

الكثير من مبرمجين ماكينات التحكم الرقمى لديهم خبره في التشغيل بحيث يستطيع القيام بأعمال التشغيل اليدوية وغيرها ولديه أيضا القدرة على قراءه الرسومات الهندسية. المبرمج الجيد هو الذي يستطيع تخيل كل خطوات التشغيل وإدراك كل المؤثرات على هذه الحركات والذي دوره يجعله يحلل ويجمع كل المعلومات ليكون قادر على اختيار أفضل أسلوب لتشغيل القعه وبرمجتها على مكينات التحكم الرقمى.

١,١٠,٢ مشغل ماكينات التحكم الرقمى

يعتبر مشغل ماكينة CNC دوره تكميلى لمبرمج CNC. قد يوجد المبرمج والمشغل هو نفس الشخص كما هو شائع في العديد من المتاجر الصغيرة. بشكل عام غالبية المهام التي يقوم بها مشغل الماكينات التقليدية قد تم نقلها إلى مبرمج CNC ، فإن مشغل CNC لديه العديد من المسؤوليات الفريدة. في الحالات الطبيعيه يكون المشغل مسؤولا عن أدوات القطع و إعداد الماكينة و تغير المشغولات وتثبيتها بجانب بعض مهام

الفحص والتذقسق للمشغةلات التي يتم تشغيلها. وتتوقع العديد من الشركات مراقبة الجودة عند الماكينة في مرحلة التشغيل والذى يقوم بها مشغل ماكينة ال CNC سواء كانت عملية الفحص يدوية أو اوتوماتيكيه . واحدة من أهم مسؤوليات مشغل ماكينات CNC هي الإبلاغ عن النتائج حول كل برنامج للمبرمج. حيث انه حتى مع أفضل المبرمجين المهره يمكن دائما تحسين "البرنامج النهائي" وعامل CNC ، كونه الشخص الأقرب إلى الآلات الفعلية ، يعرف إلى أي مدى يمكن أن تكون مثل هذه التحسينات.

١,١١ دراسة مواصفات ماكينات التحكم الرقمى :-

دائما وابدا لابد من مراجعه مواصفات ماكينه التحكم الرقمى من قبل المبرمج والمشغل قبل الشروع في أي عمليه كتابه برنامج تحكم اوتشغيله وذلك للتأكد من ان ماكينه التحكم الرقمى ستكون قادره على تشغيل برنامج التحكم او يمكنها الوصول للمنتج النهائي بنفس مواصافات التصميم ام لا.

لكل ماكينه من ماكينات التحكم الرقمى دقه معينه يمكن الوصول اليها وابعاد مينه للمشغوله لا يمكن تشغيل اكبر منها وأيضا يوجد بعض أجهزة تحكم بالماكينات لا تدعم بعض أوامر التحكم G-M codes. لذا ولتجنب اهدار الوقت في كتابه برنامج تحكم لايمكن تنفيذه بالماكينه يجب مراجعه مواصافات الماكينه قبل كل شيء وفيما يلي مثال على مواصافات ماكينه تحكم رقمى.

هذا الجدول يوضح مواصفات وخصائص ما كينة تحكم رقمي

Vertical and Horizontal Machining Center - Typical Specifications		
Horizontal Machining Center	Vertical Machining Center	Description
4 axes (XYZB)	3 axes (XYZ)	Number of axes
500 x 500 mm 20 x 20 inches	780 x 400 mm 31 x 16 inches	Table dimensions
36	20	Number of tools
725 mm 28.5 inches	575 mm 22.5 inches	Maximum travel - X axis
560 mm 22 inches	380 mm 15 inches	Maximum travel - Y axis
560 mm 22 inches	470 mm 18.5 inches	Maximum travel - Z axis
40 - 4000 rpm	60-8000 rpm	Spindle speed
AC 11/8 kW AC 15/11 HP	AC 7.5/5.5 kW AC 10/7 HP	Spindle output
150 - 710 mm 6 - 28 inches	150 - 625 mm 6 - 24.6 inches	Spindle nose-to-table distance - Z axis
30 - 560 mm 1.2 - 22 inches	430 mm 17 inches	Spindle center-to-column distance - Y axis
No. 50	No. 40	Spindle taper

Tool shank size	BT40	CAT50
Number of pallets	N/A	2
Pallet type	N/A	Rotary shuttle
Pallet change time	N/A	5 seconds
Pallet indexing angle	N/A	0.001 degree
Feedrate range	2 - 10000 mm/min 0.100 - 393 in/min	1 - 10000 mm/min 0.04 - 393 in/min
Rapid traverse rate	40000 mm/min (XY) - 35000 mm/min (Z) 1575 in/min (XY) - 1378 in/min (Z)	30000 mm/min (XY) - 24000 mm/min (Z) 1181 in/min (XY) - 945 in/min (Z)
Tool selection	Random memory	Random memory
Maximum tool diameter	80 mm (150 w/empty pockets) 3.15 inches (5.9 w/empty pockets)	105 mm 4.1 inches
Maximum tool length	300 mm 11.8 inches	350 mm 13.75 inches
Tool change time (chip-to-chip)	2.5 seconds	4 seconds

حتياطات السلامه اثناء التعامل مع ماكينات التحكم الرقمة CNC

١,١٢ احتياطات السلامة أثناء التعامل مع ماكينات التحكم الرقمى

يجب تنفيذ تعليمات السلامة المهنية والبيئية عند الشروع في العمل على ماكينات ال CNC وذلك للحفاظ على مشغل الماكينة ومن حوله وعلى الماكينة والأدوات والعدد.

١- لا تبدأ العمل دون أن تحصل على التعليمات والإرشادات اللازمة.

٢- مراعاة نظافة وترتيب مكان العمل.

٣- تأكد أن الوصلات الكهربية بالورشة وخاصة المحيطة بمكان العمل سليمة ١٠٠ %.

٤- تأكد من التهوية الجيدة لمكان العمل (فتح النوافذ أو تشغيل التهوية الصناعية كالشفطات والمراوح).

٥- تأكد من إضاءة مكان العمل إضاءة كافية منتظمة ومعتدلة.

٦- تجنب ارتداء الملابس الفضفاضة أو أي حلي مثل الخواتم والسلاسل والساعات وماشابهها مما يمكن أن يعلق بأجزاء الماكينة

٧- تجنب الشعر الطويل أو قم بتجميعه أعلى الرأس.

٨- تأكد أنك تعي جيدا كيفية إيقاف الماكينة عند الطوارئ.

٩- لا يجوز رفع وتثبيت المشغولات الثقيلة التي يزيد وزنها عن ٢٠ كجم تقريبا يدويا عند تشغيلها.

١٠-يجب تثبيت المشغولة على المنجلة أو فرش الماكينة تثبيتا جيدا وسليمة وكذلك أدوات القطع في اعمدة السكاكين والحوامل (Holder)

١١-قبل تشغيل الماكينة تأكد من عدم وجود أي عدد يدوية أو أدوات تنظيف وخلافه داخل حيز التشغيل.

١٢- رغم قدرة ماكينات ال CNC على العمل دون تدخل من العامل إلا أنه يجب عدم ترك الماكينة أثناء العمل دون مراقبة.

١٣- عدم العبث بوسائل الأمان والوقاية الملحقة بالماكينة (كمحاولة التحايل للعمل على الماكينة والباب مفتوح).

١٤- يفضل قطع التيار الكهربائي عن الماكينة عند تثبيت أو رفع المشغولة وعند تغيير عدد القطع وعند التنظيف أو التزييت وعند جمع الرائش وعند توقف العمل.

١٥- عند مراجعة قياسات المشغولة قبل فكها أو عند تثبيتها أو فكها يجب إبعاد عمود الدوران الى النقطة المرجعية تجنبا لاصطدامك بالعدد القاطعة

١٦- عدم إزالة الرايش باليد أثناء تنظيف الماكينة (استعمل الفرشاة والملاقط والقفازات).

١٧- وأخيرة التركيز والانتباه أثناء إعداد الماكينة للعمل وتشغيلها هام جدا لسلامتك وسلامة الآخرين وسلامة الماكينة

١,١٣ القواعد الأساسية التي يجب اتباعها عند تشغيل الماكينات الرقمية(CNC): -

١. توصيل أو فصل التيار الكهربي لمعمل الماكينات تحت إشراف المسئول عن المعمل

٢. المحافظة الدائمة على نظافة مكان العمل وعدم وجود عدد أو أدوات في منطقة التشغيل كما يراعى تنظيف المثبتات لضمان استقرار الشغلة على أسطح السنادة لتجنب الحوادث.

٣. التأكد من عدم تواجد أشخاص غير مدربين في مكان العمل.

٤. ضرورة البدء بتشغيل الأسطح المرجعية قبل الشروع في خطوات التشغيل حتى يمكن تثبيت الشغلة بطريقة سليمة توفر الأمان والسلامة (يفضل إعداد الأسطح المرجعية على الماكينات التقليدية للمحافظة على ماكينات CNC وتوفير التكاليف)

٥. يراعى عند تشغيل الأسطح المرجعية استخدام شروط قطع صغيرة لتفادي الحوادث.

٦. التأكد من التثبيت الجيد للشغلة لضمان عدم إزاحة الشغلة من مكانها أثناء التشغيل مما يسبب الحوادث أو الإخلال بخواص وشروط التشغيل.

٧. من الأفضل إضاءة مساحة التشغيل وبالذات منطقة القطع الإمكان المتابعة الجيدة لعملية التشغيل.

٨. تجنب تحميل الماكينة أكثر من قدرة محرك تشغيل الماكينة الرئيسي.

٩. صيانة العدد والمحافظة عليها نظيفة وفي حالة جيدة واستبدال العدد المستهلكة.

١٠. تجنب استخدام الهواء المضغوط لإزالة الرايش و استخدام فرشة النظافة وقطع القماش المخصصة لهذا الغرض

١١. اتباع خطوات فتح وغلق الماكينة بالتسلسل الصحيح .

١٢. تجنب الضغط على مفتاح التشغيل أومفتاح الطوارئ أثناء العمل.

١٣. تجنب فتح باب وحدة التشغيل أثناء التشغيل الذاتي.

١٤. تطبيق برامج اختبار صحة العمل قبل التشغيل الفعلي:-

- برنامج المحاكاة بالرسم Simulation
- برنامج التشغيل الجاف قبل تثبيت الشغلة Dry run للتأكد من خلو حيز التشغيل من أي عائق

١٥. إستخدام مفتاح الطوارئ لإيقاف الماكينة عند الضرورة.

محاور وانظمه التحكم بماكينة التفريز الرقمية

١,١٤ نظم الإحداثيات في الفرايز الرقمية

إن المهمة الأساسية لماكينة العدد أيا كان نوعها هو قطع أو إزالة المادة الزائدة - وهي مادة معدنية في العادة - من قطعة الخام التي تشغلها الماكينة للحصول قطعة شغل بالأبعاد والشكل المطلوب وبدرجة دقة وسطح إنجاز مقبولين .

وحتى تكون ماكينة العدد قادرة على إنجاز هذه المهمة بنجاح يجب توفر الآتي :

أ- حمل وتثبيت كلا من أداة القطع وقطعة الشغل تثبيت تامة .

ب- وجود طاقة قدرة كافية لتمكين أداة القطع من تشغيل قطعة الشغل بمعدلات اقتصادية.

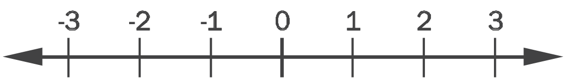
ج- تحريك كلا من أداة القطع وقطعة الشغل بالنسبة لبعضهما بحيث ينتج الشكل المطلوب،

وبشرط أن تكون هذه التحركات متحكم فيها لدرجة دقة تضمن الحصول على الأبعاد المطلوبة وكذلك سطح الإنجاز اللازم.

فإذا كان من الضروري توفر هذه المتطلبات المذكورة أعلاه في الماكينات التقليدية، فإنه يكون من البديهي توفر هذه الإمكانيات بشكل أفضل في ماكينات العدد ذات التحكم الرقمي بالحاسب (CNC) بما يتناسب مع مستويات الدقة العالية المطلوبة منها، وكذلك بما يتناسب مع تكلفتها .

لذل لابد وان نتعرف علي المحاور الأساسية والإضافية التي تشكل الإطار الذي تنشأ برامج ال (CNC) على أساسه، وكذلك سيتم التعرف على أنواع التحكم في الحركة الموضعية والخطية والمستمرة، وأيضا تحديد مختلف نقاط الصفر لمخارط وفرايز ال (CNC) بصفتها الأساس الذي يقوم عليه نظام الأبعاد.

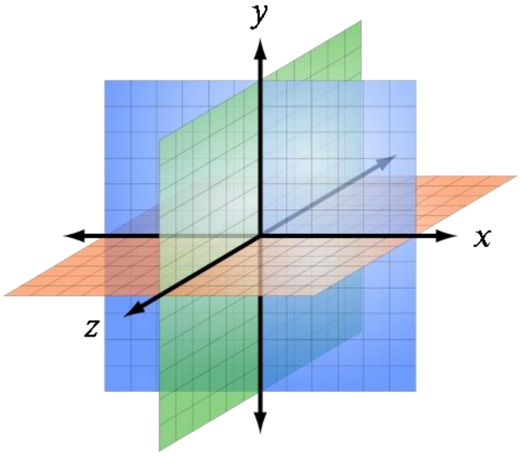
بداية في الشكل الموضح كما نرى عبارة عن خط الأعداد ونلاحظ وجود نقطة الصفر في منتصف الشكل والذي يطلق عليه الصفر المطلق ABSOLUTE ZERO والذي يمكن وضعه في أي مكان على خط الاعداد ويمك. إذا قمنا بالتحرك من الصفر الى اليمين تكون الإشارة موجبه واذا تحركنا في عكس الاتجاه تكون الإشارة سالبه.



الشكل ١,١٤ :1 خط الأعداد

١,١٤,١ المحاور الأساسية (X، Y، Z):

المعظم ماكينات التشغيل (CNC) اثنان أو أكثر من المجاري الانزلاقية الأساسية، وهي متعامدة مع بعضها من ناحية الاتجاه للحركات الانزلاقية عبر هذه المجاري. وتستخدم المحاور الكارتيزية الثلاث: X،Y ,Z لتسمية هذه الاتجاهات، بوصفها متعامدة مع بعضها وبالتالي فهي صالحة لتحديد موقع أي نقطة في الفراغ، وهذا ما نحتاج إليه في كتابة برامج ال (CNC) لتحديد الموقع النسبي بين أداة القطع وقطعة الشغل.



الشكل ١,١٤ :2 المحاور الأساسية (X، Y، Z)

ويلاحظ أن عددا من ماكينات العدد ذات التحكم الرقمي بالحاسب (CNC) لا تتطابق فيها تسميات المحاور مع النظام الكارتيزي إلا في بعض الحالات. وتوجد مواصفة قياسية لتحديد اتجاهات هذه المحاور

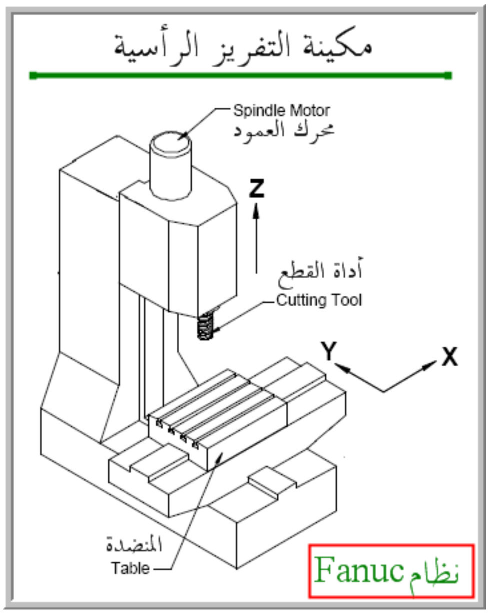
في ماكينات ال (CNC) مصدرها المنظمة العالمية للتوحيد القياسي (ISO) ، ويتم تطبيقها بشكل عام ولكن تبقى الجهة المصنعة هي التي تختار تسمية اتجاهات الحركة مختلف المحاور وأعمدة الدوران الرئيسية فيها

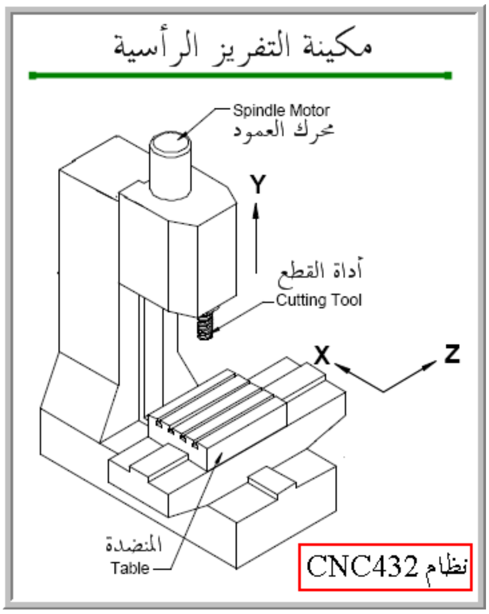
.

ويلاحظ أن فرايز شركة (MAHO) الألمانية المستخدمة في بعض ورش الكليات التقنية تتبع المواصفة الألمانية DIN ٦٦٢١٧ حيث يكون محور عمود الدوران في حالة الفرايز الأفقية (Z) ، بينما يسمى محور عمود الدوران في حالة الفرايز الرأسية (Y) ، وهذا يعني ثبات المحاور Z

, X , Y وعدم تأثرها بتغيير اتجاه عمود الدوران ، وتبدو كما هو مبين في الشكل التالى ، وسنناقش اتجاهات هذه المحاور عند حديثنا عن قاعدة اليد اليمنى من ضمن هذه الوحدة .

قد نجد في كليات أخرى (كلية حائل، مثلا) فرايز مزودة بنظام تحكم مختلف كنظام Fanuc. في هذا النظام يبقى محور عمود الدوران دائما Z مهما كان نوع المكينة رأسيا كانت أو أفقيا.





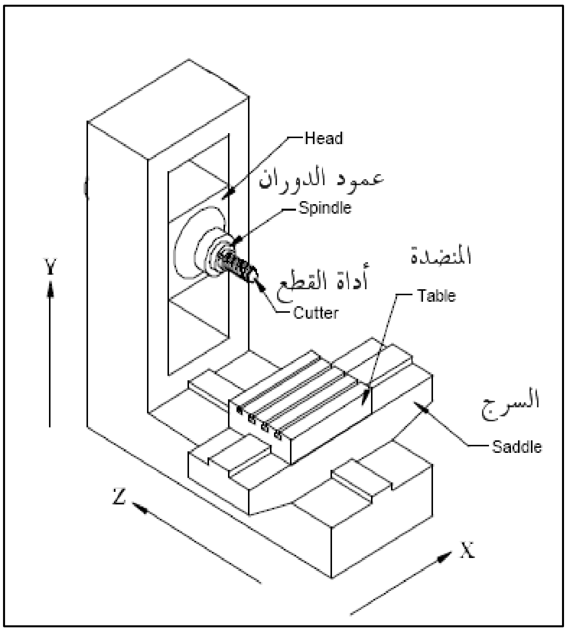
الشكل ١,١٤ :3 المحاور الأساسية بنظام

(ISO)

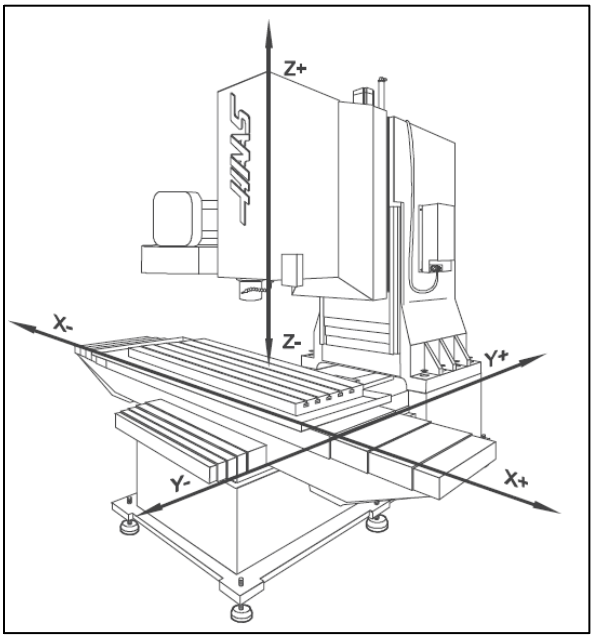
الشكل ١,١٤ :4 المحاور الأساسية بنظام (DIN ٦٦٢١٧)

١,١٤,٢ *التعرف على محاور الماكينه الأساسية:* -

لكن بشكل عام توضح صوره الماكينة وجود ثلاث محاور أساسية ويمكن ان تخيل اذا وضعنا ثلاث خطوط أعداد على كل محور من محاور الماكينة ويطلق على الاتجاه الخطو المار بمحور الدوران spindle محور Z وبتسميه هذا لمحور يبقي المحوران الأخيران بحيث يسمى أطول مشوار بمحور X والأخير محور Y وأيضا يطلق على كل حركه دورانيه حول كل محور بأسمه مع زياده رمز الزاويه سيتا ϴ كمثال حركة الدوران حول محور ال Z هيZ ϴ وأيضا يطلق على الحركات الدورانية رموز أخرى بحيث يكون Xو Yو Z يقابلها A و B و C بالتوالي. كما سنشرحها لاحقا كمحاور اضافيه.



الشكل ١,١٤:6 ماكينة تفريز افقيه



الشكل ١,١٤:5 ماكينة تفريز رأسيه

١,١٤,٣ التعرف على محاور الماكينه الإضافية:

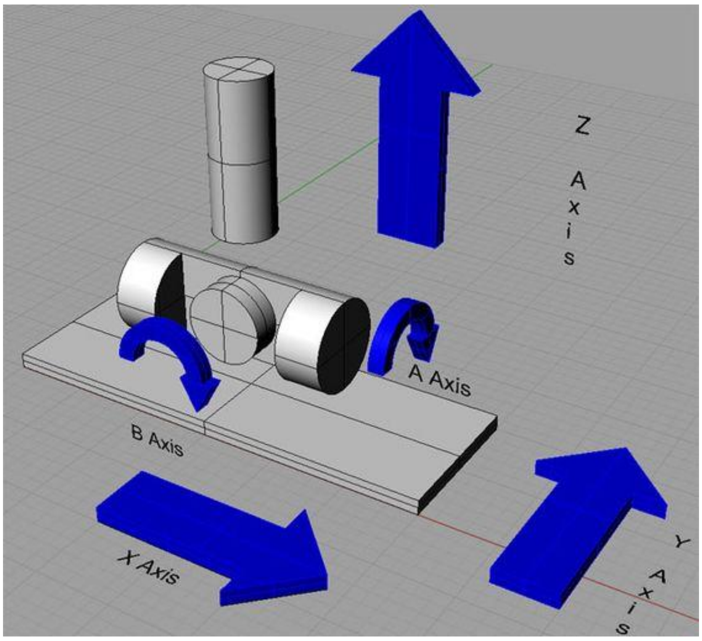
(Additional Axis of Movement) من المعتاد وجود حركات خطية إضافية في فرايز ومخارط ال (CNC)، وتكون غالبا موازية في الاتجاه للمحاور الأساسية (X, Y،Z) ، كما توجد حركات دورانية . بالنسبة للفرايز التي تتمتع بطاولة دوارة حول محور من المحاور الأساسية فإن محاور الدوران تحدد بالحروف:

A إذا كان دوران الطاولة حول المحور .X

Bإذا كان دوران الطاولة حول المحور .Y

C إذا كان دوران الطاولة حول المحور Z

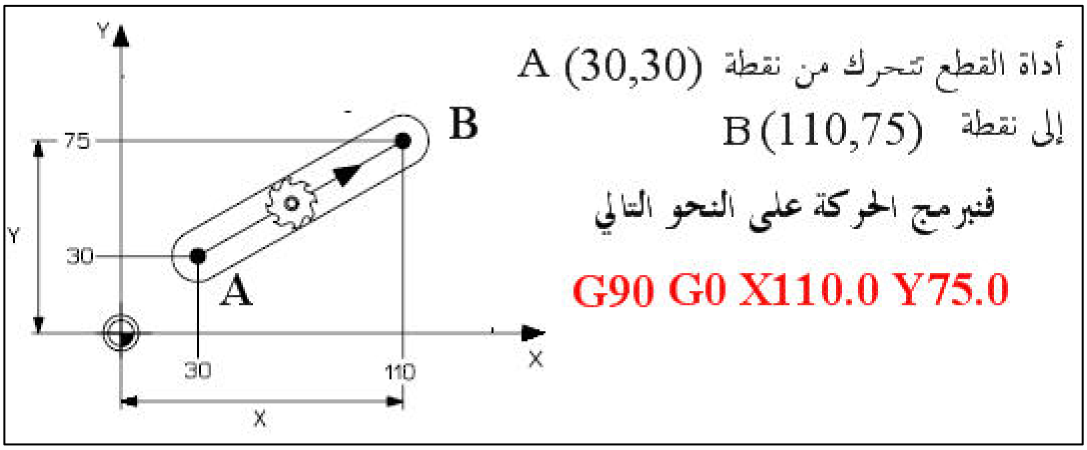
فمثلا فرايز ال MAHO من النوع CNC432 لديها محور دوراني B (أي حول المحور الرأسي Y) .



الشكل ٧:١,١٤ المحاور الإضافية للماكينة

٤,١٤,١ أنظمة قياس الأبعاد في اتجاه المحاور الأساسية:

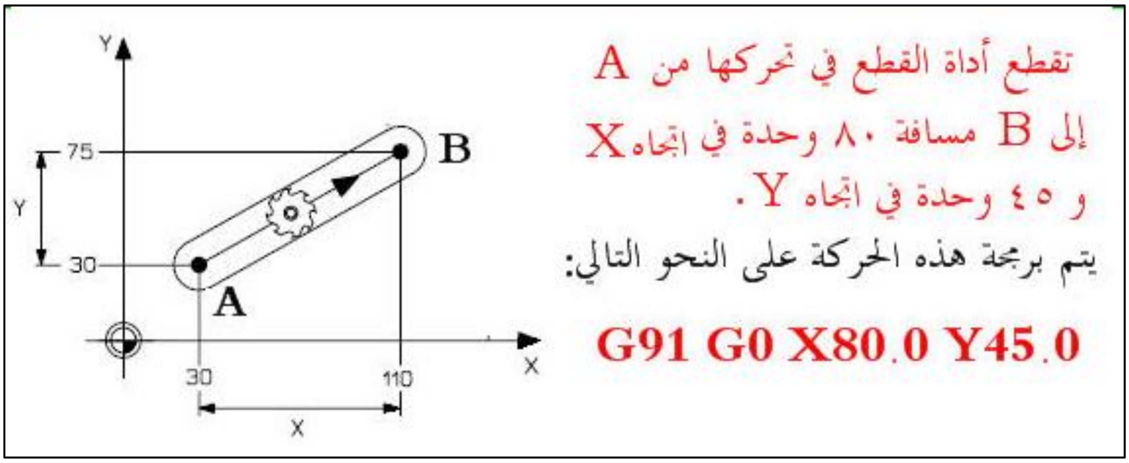
من الخيارات الموجودة أمام الشخص المبرمج هي إما أن يستخدم النظام المطلق (Absolute System) أو نظام الإضافة (السلسلة) (Incremental system)، وذلك لتحديد موضع أداة القطع في اتجاهات المحاور الأساسية. نظام الأبعاد المطلق يعني أن موضع أداة القطع ينسب دائما وأبدا لنقطة صفر البرمجة (صفر قطعة الشغل). الشكل القادم يبين تحديد موضع أداة القطع أو بالنقطة X30Y30 وثانيا بالنقطة X110Y75ففي الحالتين الأولى والثانية تقاس الأبعاد في اتجاه كل محور من نقطة صفر البرمجة. وكما سنعرف في الوحدة الثالثة أن هذا النظام المطلق يقابله الأمر التحضيري G90 في الفرايز.



الشكل ٨:١,١٤ الابعاد المطلقة (G90)

أما نظام الأبعاد بالإضافة فيعني أن موضع أداة القطع ينسب دائما لآخر موضع زود به البرنامج لتحديد موقع أداة القطع. الشكل (٢-٣) يبين طريقة استخدام نظام الإضافة لتحريك أداة القطع مسافة (٨٠ مم في الاتجاه الموجب لمحور X، ومسافة ٤٥ مم في اتجاه الموجب لمحور Y وذلك باستخدام الأمر. G91X80Y45.

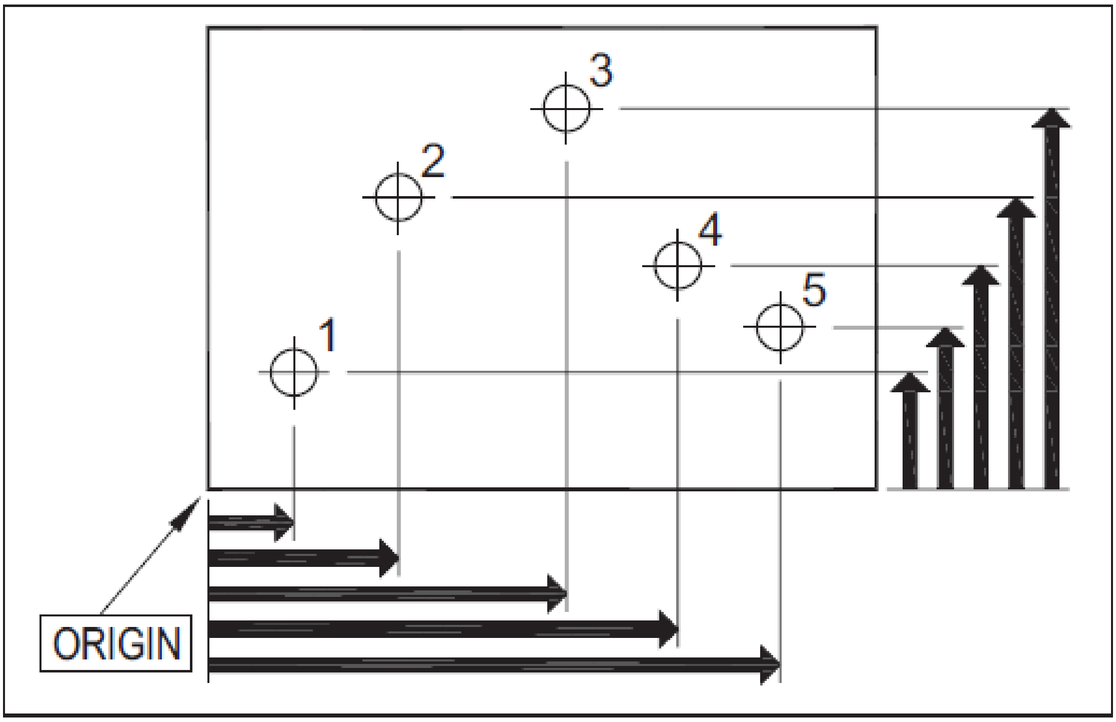
إذا أردنا استخدام نظام الأبعاد بالإضافة في حالة مخارط ال (CNC) لا تحتاج ل G90 أو G91 بل تستخدم المحور ا بدلا عن محور X، والمحور W بدلا عن Z للدلالة على أن نظام الأبعاد المستخدم في هذه الحالة يكون بنظام الإضافة.



الشكل ١,١٤:9 الأبعاد التذايدية (G91)

١,١٤,٥ نظام الإحداثيات في البرمجة بالقيم المطلقة *Absolute value programming:*

تقع نقطة الصفر لنظام الإحداثيات في البرمجة بالقيم المطلقة في نقطة صفر الماكينة M أو نقطة صفر الشغلة W يقع محور الإحداثيات X موازيا للحافة العلوية للواجهة الأمامية لفرش الماكينة ، ويشير الاتجاه الموجب إلى جهة الشرق والسالب إلى جهة الغرب ويقع محور الإحداثيات Y موازيا للحافة الجانبية لفرش الماكينة ، ويشير الاتجاه الموجب إلى جهة الشمال والسالب إلى جهة الجنوب ويقع محور الإحداثيات Z متعامدا على فرش الماكينة ، ويشير الاتجاه السالب إلى اتجاه حركة العدة إلى الشغلة ، ويشير الاتجاه الموجب إلى اتجاه خروج العدة من الشغلة يتم توصيف أي نقطة داخل مساحة التشغيل بمقدار مسافة التباعد عن نقطة الصفر لنظام الإحداثيات في اتجاه كل من المحاور الثلاثة X, Y, Z . نظام البرمجة باستخدام الإحداثيات المطلقة هو النظام الافتراضي للماكينة ويستخدم لذلك الكود G90

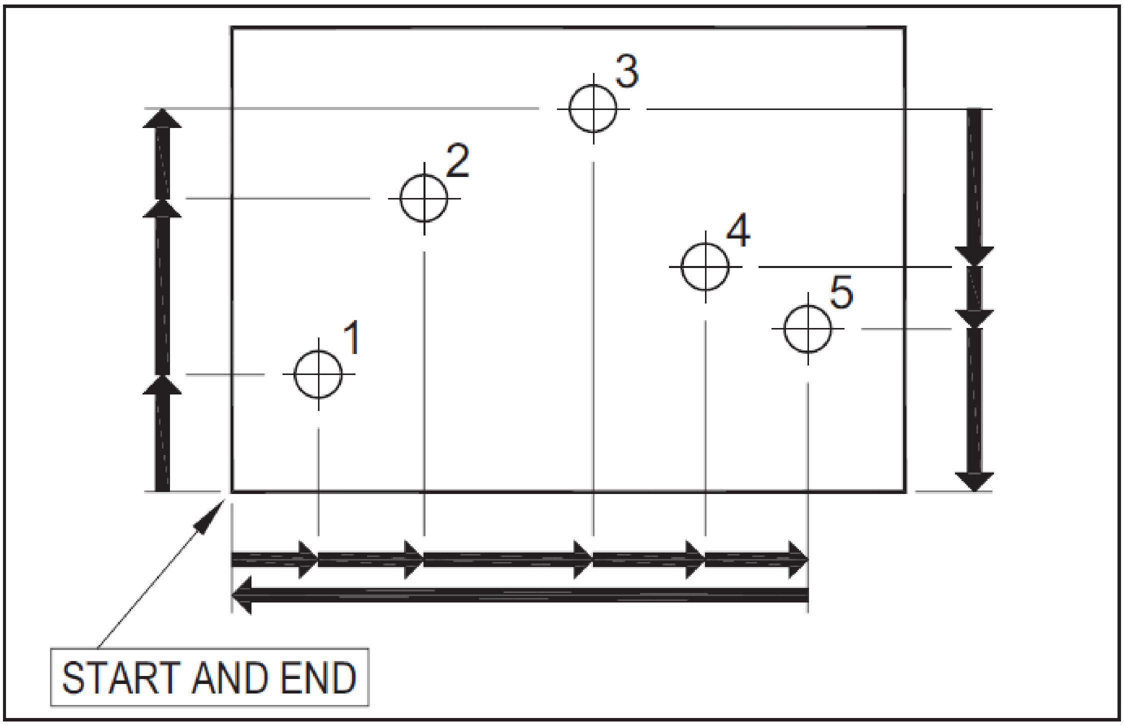


الشكل ١٤,١:10 نظام الإحداثيات في البرمجة بالقيم المطلقة (Absolute)

٦,١٤,١ نظام الإحداثيات في البرمجة بالقيم النسبية Incremental value programming

تقع نقطة الصفر لنظام الإحداثيات في البرمجة بالقيم النسبية في النقطة المرجعية لمثبت العدة N، أو في مركز وجه العدة بعد إدخال التعويض في طول العدة ويكون الاتجاه الموجب و السالب لنظام الإحداثيات مماثلا لنظام الإحداثيات في البرمجة بالقيم المطلقة . يتم إدخال إحداثيات كل نقطة في مسار المعدة منسوبة للنقطة السابقة لها في المسار

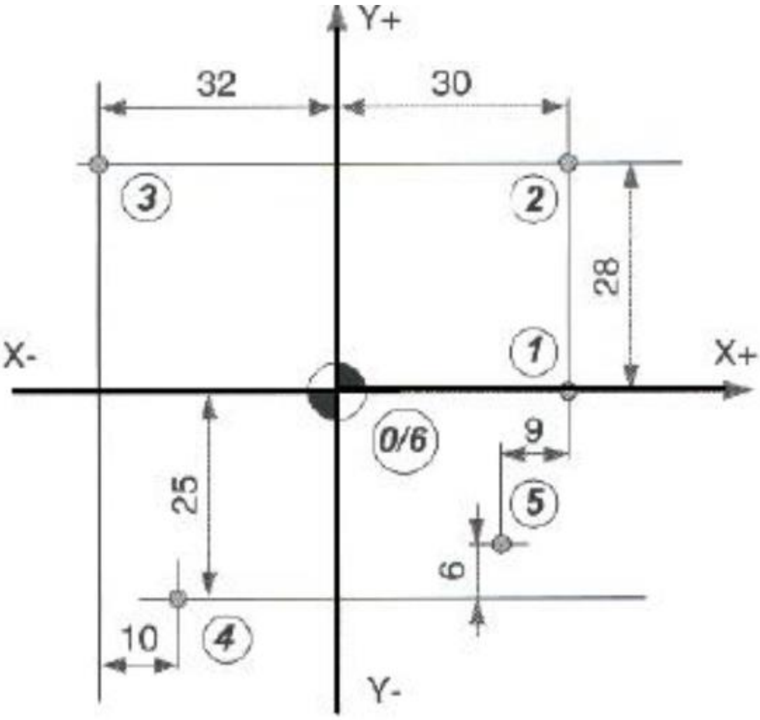
ويستخدم لذلك الكود G91 الكود G90 أو الكودG91 يكون مؤثرا في جميع البلوكات التي تليه modal



الشكل ١١:١,١٤ نظام الإحداثيات في البرمجة بالقيم النسبية (Incremental)

مثال:

انطلاقا من نقطة الصفر للشغلة بالرسم الموضح، يتم تعريف كل نقطة بالإحداثيات المطلقة والنسبية كالموضح بالجدولين التاليين



البرمجة بالقيم النسبية

النقطة	X	Y
0	٠	٠
1	٣٠	٠
2	٠	٢٨
3	-٦٢	٠
4	١٠	-٥٣
5	٤٣	٦
6	-٢١	١٩

البرمجة بالقيم المطلقة

النقطة	X	Y
1	٣٠	٠
2	٣٠	٢٨
3	-٣٢	٢٨
4	-٢٢	-٢٥
5	٢١	-١٩

١,١٥ أنواع الحركة في ماكينات ال (CNC) :

يمكن تقسيم ماكينات التحكم الرقمي بالحاسب (CNC) إلى ثلاث مجموعات على أساس نوع التحكم في الحركة النسبية بين أداة القطع وقطعة الشغل وذلك كما يلي:

١. ماكينات تحكم موضعي (Positional) أي تحكم من نقطة إلى نقطة (Point to point)

2 . ماكينات تحكم في مسار خطي .(Linear Path)

3 . ماكينات تحكم في مسار مستمر "كنتوري(Continuous Path).

والقائمة المذكورة أعلاه مرتبة تصاعدية من ناحية مستوى تعقيد وحداثة نظام التحكم أي أن ماكينات التحكم في مسار مستمر هي أكثر الأنواع تطورا . وفيما يلي تفصيل كل نوع من الأنواع الثلاثة للتحكم في حركة ماكينات ال (CNC) :

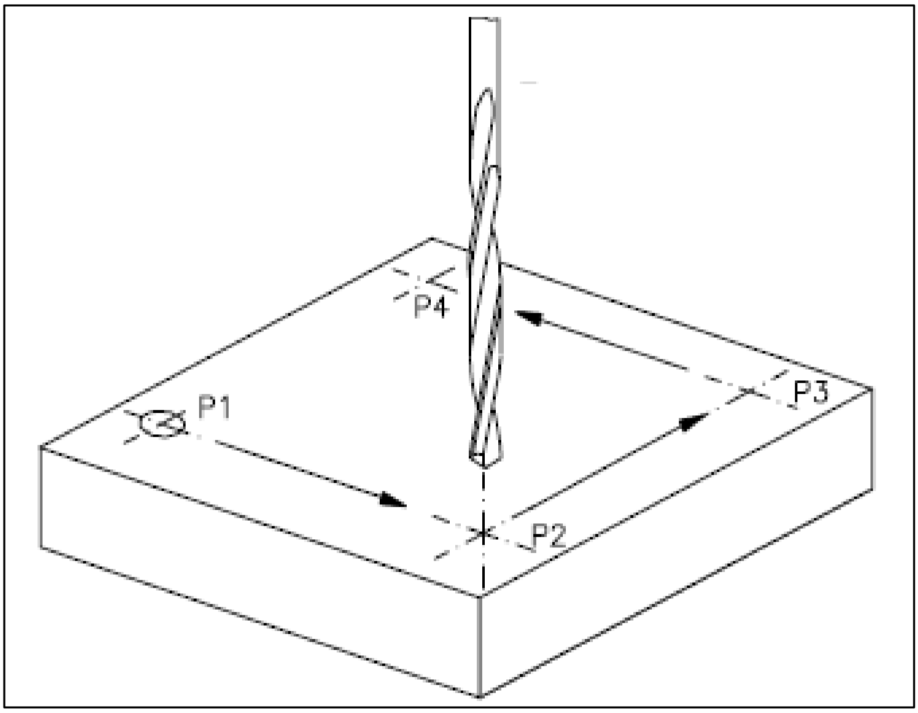
١,١٥,١ التحكم الموضعي:

إن الهدف من نظام تحكم الماكينة في هذا النوع من

تحكم موضعي Point Control نظم التحكم هو تحريك أداة القطع إلى موقع محدد سلفا، دون أن تكون هنالك أهمية للسرعة أو المسار الذي تتبعه أداة القطع للوصول إلى هذا الموقع، وبمجرد وصول أداة القطع إلى الموقع المطلوب تبدأ عملية التشغيل (Machining) في ذلك الموقع، ولا يتم أي تشغيل إلا بعد انتهاء الحركة المطلوبة. أحسن مثال لهذا النوع من أنواع التحكم هو ماكينات التثقيب ذات التحكم الرقمي بالحاسب.. غم عدم أهمية المسار الذي تتبعه أداة القطع للوصول إلى نقطة التشغيل، يجب التأكد تماما في عملية البرمجة من عدم اصطدام أداة القطع بقطعة الشغل أو تجهيزات التثبيت التي تثبت القطعة. هذا النظام للتحكم هو أبسط النظم الموجودة وبالتالي فهو أرخص النظم الثلاثة. عادة في مثل هذا النظام نجد أن

التغذيات والسرعات الأداة القطع بالنسبة لقطعة الشغل يتم التحكم فيها بواسطة عامل التشغيل أكثر من أن يكون ذلك بواسطة البرنامج المعد لقطعة الشغل.

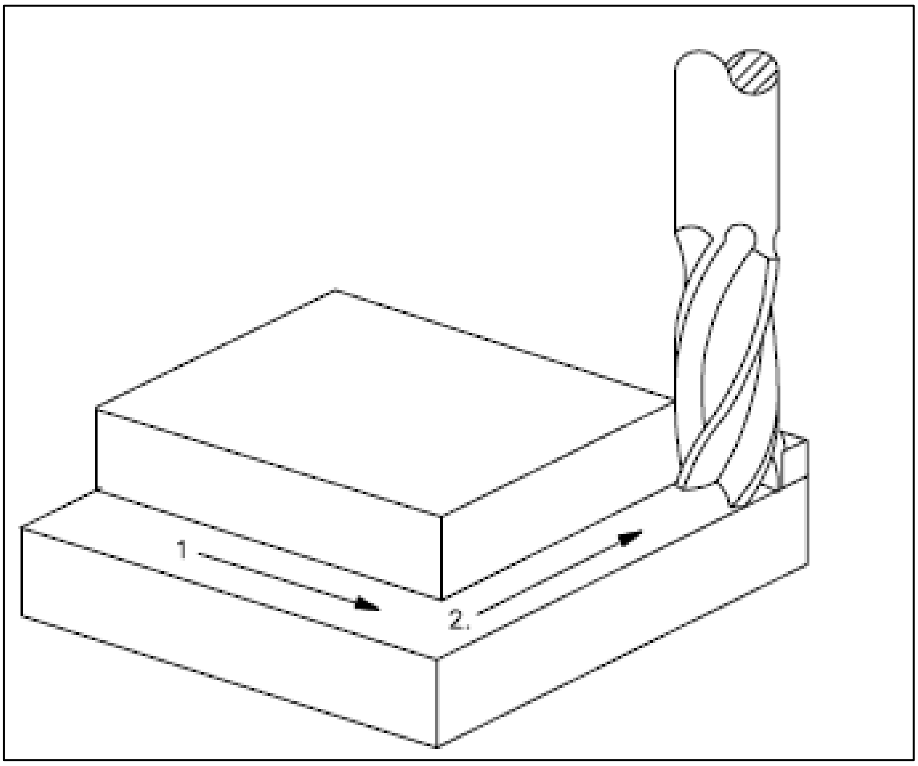
وتكون السرعة التي يتم بها تحريك أداة القطع إلى الموقع المطلوب في حدود ٥٠٠٠ إلى الدقيقة وذلك حسب إمكانيات ماكينة التحكم الرقمي.



الشكل ١,١٥ :1 تحا;lc موضعي تثقيب (Point Control Drilling)

١,١٥,٢ *التحكم في مسار خطي .(Linear Path)*

تتميز هذه النظم بالقدرة على تحريك أداة القطع في اتجاه مواز لأي من المحاور الأساسية بسرعة متحكم فيها تكون مناسبة للتشغيل ، و الماكينات من هذا النوع هي أيضا لها قدرة تحكم موضعي (انظر الشكل).
مثال هذا النوع فرايز التحكم الرقمي تحكم في مسار خطي بالحاسب والتي يمكن استخدامها لماكينات تنقيب والأخيرة كما ذكرنا مثال للتحكم الموضعي . في مثل هذا النظام لا يمكن الحصول على حركة آنية في أكثر من محور ، ولذلك لا يمكن تنفيذ عمليات قطع مستقيمة في اتجاه مائل (أي بزاوية) على أي من المحاور الأساسية . العبارة الأخيرة صحيحة إذا أخذنا فقط بالتعريف التقليدي للتحكم في مسار خطي ، ولكن إذا أخذنا بالتعريف غير التقليدي وهو يعني مقدرة نظام التحكم في تحريك أداة القطع في اتجاه محورين في نفس اللحظة ، فإنه بالتأكيد يمكن تنفيذ عمليات قطع مستقيمة في اتجاه مائل على المحاور الأساسية .

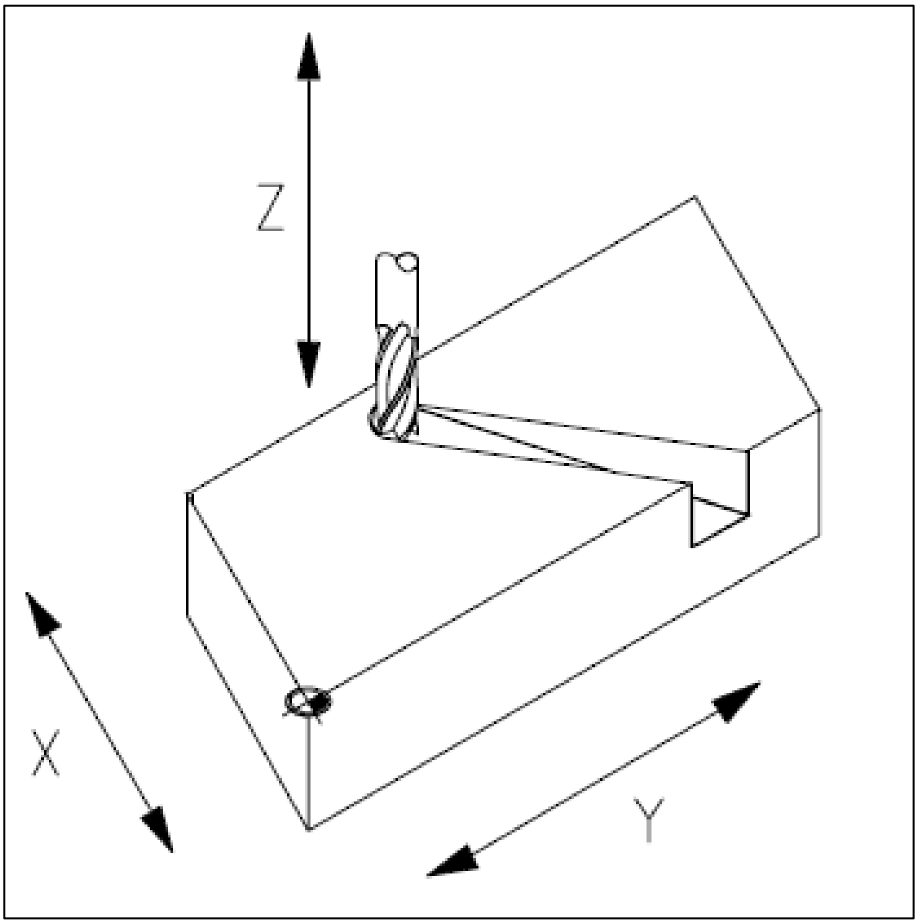


الشكل ٢:١,١٥ تحكم في مسار خطى (Line Cotrol)

١,١٥,٣ *التحكم في مسار مستمر "كنتوري" (Continuous Path)*

هذا النوع من أنواع التحكم هو أكثر الأنواع الثلاثة تعقيدا وأكثرها مرونة وأكبرها تكلفة، وهو يحوي في داخله على مقدرات كل من نظام التحكم الموضعي.

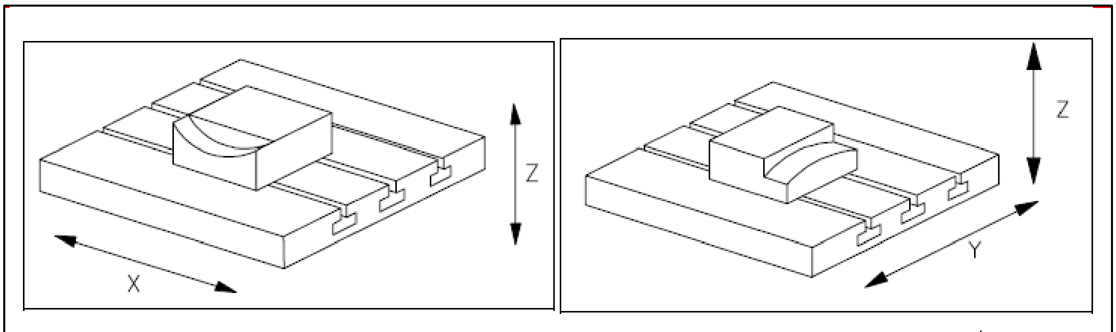
ونظام التحكم في مسار خطي بالإضافة إلى صفته المميزة وهي القدرة على التحكم الآني على حركة الماكينة في اتجاه أكثر من محور، ففي هذا النظام يمكن الحصول على حركة في خط مستقيم أو فى مستوى مسطح بأي زاوية، وكذلك مسارات دائرية أو مخروطية أو أي منحنى يمكن تعريفه بعلاقة رياضية محددة. مثال لهذا النوع من أنواع التحكم في الحركة النوع المستخدم في ماكينات الفرايز والمخارط ذات التحكم الرقمي بالحاسب. التعريف غير التقليدي للنظام هو مقدرته على تحريك أداة القطع في اتجاه أكثر من محورين أنيا.



الشكل ١,١٥ :3 تحكم مستمر ثلاثي الأبعاد (3D Path Control)

١,١٦ تصنيف ماكينات التحكم الرقمي بالحاسب حسب عدد محاور التحكم في مسار مستمر:

لقد ظل تصنيف ماكينات ال CNC الماضي في يثير مشكلة والتباس وذلك لأنه كان يتم فقط على أساس نوع التحكم المستمر. وكانت الماكينات التي لها نظام تحكم مستمر في محورين تعرف ب D٢ أي ثنائية الأبعاد، وإذا كان ذلك التحكم المستمر في ثلاثة محاور عرفت ب D٣ أي ثلاثية الأبعاد، أما إذا كانت الماكينة ذات تحكم مستمر في محورين أما المحور الثالث فمتحكم في تغذيته لبلوغ موقع محدد أي له تحكم في مسار خطي فيعرف في هذه الحالة ب 2.5D

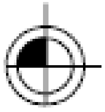


الشكل ١,١٦ :1 تحكم مستنمر (2.5D)

ولإزالة هذا الالتباس ابتدع نظام التصنيف الذي يأخذ في الاعتبار نوع التحكم أي كان وكذلك عدد المحاور التي يعمل عليها، حيث رمز للتحكم الموضعي بالرمز P، والتحكم في مسار خطي بالرمز L، والتحكم في مسار مستمر بالرمز"، فبدلا أن يقال D 2.5 يقال L و 2C لتصنيف الماكينة المذكورة أعلاه.

١,١٧ نقاط الصفر لمخارط وفرايز ال CNC:

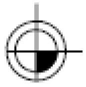
إن الغرض من وجود نظام أبعاد فى ماكينات إل (CNC) هو توفير وسيلة يستطيع عن طريقها المبرمج من تحديد موضع أداء القطع بالنسبة لقطعة المشغل المعينة . وفي العادة توجد عدة خيارات أمام المبرمج لتحديد الموضع وذلك حسب نوع ماكينة ال .(CNC) وأحد هذه الخيارات يعتمد على نوع صفر إحداثيات الماكينة، هل هو من نوع الصفر الثابت (Fixed Zero) أم هو من نوع الصفر المتحرك (Floating Zero)وقبل أن نتناول بالشرح كل نوع يجدر بنا أن نعرف الاتي:



١,١٧,١ نقاط الصفر لفرايز ال (CNC):

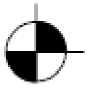
أ- **نقاط صفر الماكينة : Machine Zero Point) (M) هي النقطة الموجودة على منضدة الماكينة بحيث أنه إذا وضعت المنضدة عند هذه النقطة بالنسبة المحورين X‘‘ و Z فإن محور عامود الماكينة إذا كان رأسيا سيكون مباشرة فوق هذه النقطة وإذا**

كان أفقية فإن المحور ”Y “ - وهو متعامد على محور الماكينة وفي هذه الحالة - يمر بمركز أداة القطع. نقطة الصفر للماكينة تمثل النقطة (X0 و Y0 و Z0) و نظام محاور الماكينة.



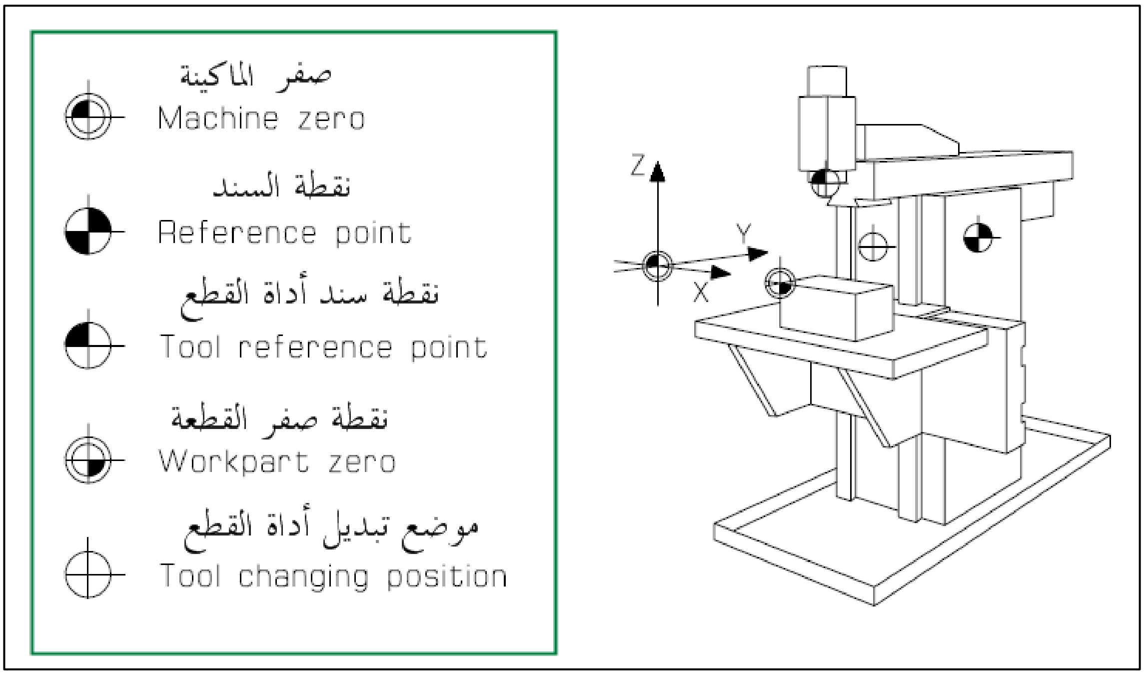
ب- **نقطه الصفر لقطعة الشغل: Work Zero Point (W)**

هي النقطة التي يختارها المبرمج على قطعة الشغل حسب ما يكون ملائما لعملية البرمجة لتكون مركزا لإحداثيات قطعة الشغل . فمثلا إذا كانت قطعة الشغل ذات محور تماثل فقد يختار المبرمج مركز محور التماثل مركز لإحداثيات قطعة الشغل.



نقطة الإسناد (المرجع): (Reference Point) (R)

هي النقطة التي تحدد أبعد مسافة ممكنة لتحرك منضدة الماكينة في الاتجاه الموجب ال محاور المنضدة حيث أن صفر الماكينة في الأصل منسوب إلى هذه النقطة. أنظر الشكل (٢- ٧).



الشكل ١٫١٧:1 نقاط الصفر المختلفه لفريزة التحكم الرقمى

والآن بعد هذه التعريفات نستطيع الحديث عن نوع صفر الماكينة :

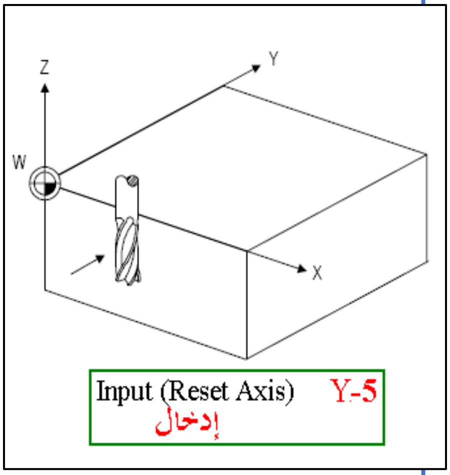
ففي حالة الصفر الثابت فإن مركز الإحداثيات بالنسبة للمبرمج ثابت وهو نفسه مركز إحداثيات الماكينة والذي يوجد في العادة في مثل هذه الحالة في الركن الجنوبي الغربي لمنضدة الماكينة .

أما في حالة الصفر المتحرك (العائم) كما هو الغالب في الماكينات الحديثة ، فإن الحرية متاحة للمبرمج ليضع الصفر في أي مكان على الماكينة يكون مناسبا للقطعة التي يقوم بعمل البرنامج لها ، ثم يقوم الشخص المبرمج بإبلاغ عامل تشغيل الماكينة بهذا الاختيار (الذي يحدده المبرمج) . وهذا الاختيار قد يكون اختيار الصفر على قطعة الشغل أو على الماكينة ، فإذا اختار المبرمج نقطة مناسبة للبرمجة لتكون نقطة صفر على قطعة الشغل ، فإنه عندما يقوم عامل التشغيل بربط قطعة الشغل على الماكينة فإن صفر الماكينة لن ينطبق في العادة على صفر قطعة الشغل . فلايجاد علاقة بين موضع قطعة الشغل على الماكينة والمسافات الإحداثية المطلوبة حسب ما هو موجود في برنامج قطعة الشغل ، فإن الماكينة تتمتع بخاصية مقدرة إزاحة نقطة الصفر إلى أي نقطة تقع بين نقطة صفر الماكينة ونقطة الإسناد أي بعبارة أخرى يقوم العامل بتثبيت قطعة الشغل في أي مكان يقع ضمن نطاق تحركات إحداثيات الماكينة وليس خارج نطاق تحركاتها.

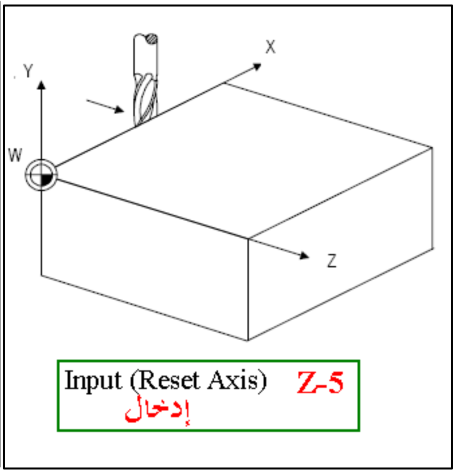
وعملية إزاحة نقطة الصفر- والتي هي نقل لاختيار نقطة الصفر إلى الماكينة وبالتحديد لنظام التحكم فيها - يقوم بها عامل التشغيل باستخدام محدد الحواف (Edge Finder) الذي يتم تركيبه على محور الماكينة في نفس مكان عدة القطع ، ويجري تنفيذها (إزاحة نقطة الصفر) كما هو موضح في الشكل التالى ، حيث استخدم محدد حواف قطره ١٠ مم ، فحسب تعريف نقطة الصفر للماكينة فإن محور محدد الحواف إذا

وضع فوق صفر قطعة الشغل مباشرة فيجب تعديل وضع الصفر ونقل هذا التعديل لجهاز التحكم في الماكينة باستخدام الأمر : (Reset Axis Xo Zo) وطالما أننا الآن لا نضع محدد الحواف فوق الصفر "القطعة الشغل" مباشرة بل نقوم بعملية التعديل لكل من المحورين X وZ (أو Y في حالة نظام Fanuc) كل على حدة ، بحيث يلامس محدد الحواف السطح الخارجي لقطعة الشغل في اتجاه كل من المحورين ، فعندما نجعل محدد الحواف مواز للمحور Z فيجب إيصال الآتي لجهاز التحكم : Reset Axis X-٥ وذلك لأن قطر محدد الحواف هو 10 مم . وفي الخطوة التالية تجعل محدد الحواف مواز لمحور X وندخل الآتي عن طريق لوحة التحكم: Reset Axis Z5 (أو Fanuc 2 Reset Axis Y-٥) وذلك كما هو مبين في الشكل التالى . هذا بالنسبة للمحورين X و Z الموجودين على سطح منضدة الماكينة ، أما بالنسبة للصفر في اتجاه محور أداة القطع ، فإن طول أداة القطع يجب أخذه في الحسبان

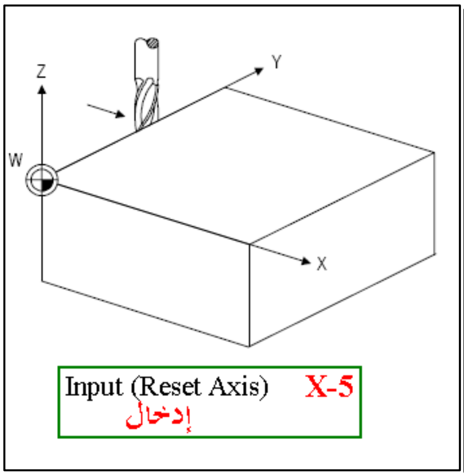
ووضع هذا الطول في ذاكرة الماكينة في الجزء المخصص لأداة القطع. وعمليا توجد حالتين للتشغيل بالنسبة لتسجيل طول أداة القطع في ذاكرة الماكينة وذلك كما يلي:



الشكل ١,١٧:3 محدد الحواف (Y=-5)



الشكل ١,١٧:4 محدد الحواف (Z=-5)

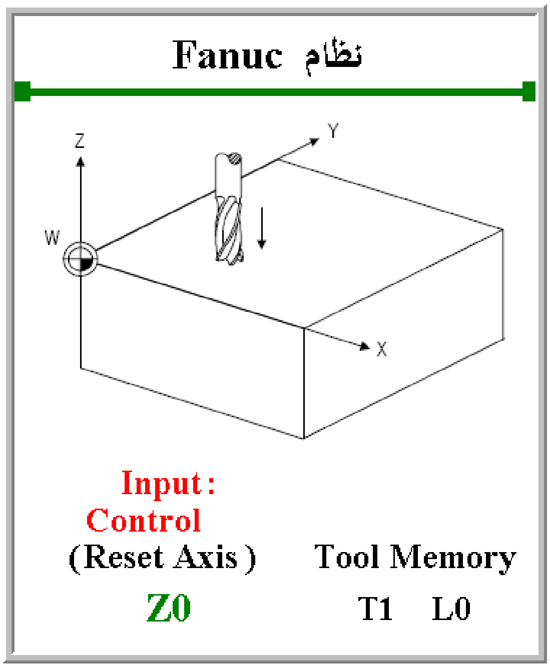


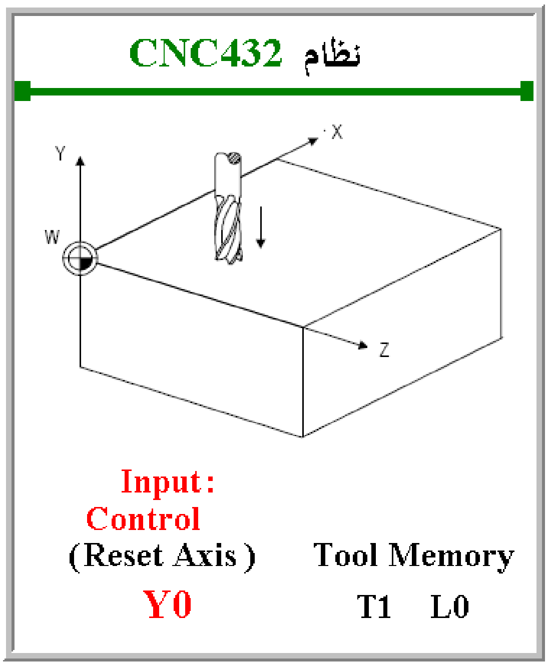
الشكل ١,١٧:2 محدد الحواف (X=-5)

كما هو مبين في الشكل التالى فإن أداة القطع تثبت في محور الماكينة بحيث يلامس سطح قطعة الشغل النهاية السفلية لأداة القطع ونسجل في لوحة التحكم الآتي :

INPUT (Reset Axis) Yo T1 L0

والذي يعني أنه عند وضع الصفر في اتجاه محور Y (وهو محور أداة القطع) فإن طول أداة القطع T1 مأخوذ في الاعتبار على أساس أنه صفر وبالتالي العمليات اللاحقة وذلك لاعتباره أصلا في وضع Y0 بعد ضغط مفتاح Reset Axis .





الشكل ١,١٧:5 ازاحة صفر البرمجه لينطبق على صفر المشغوله بالنسبه لأداة القطع حسب نظام المستخدم

المصطلحات

قائمة المصطلحات للكتاب

اللغة العربية	اللغة الإنجليزية
الحك	Abrasion
الالتصاق	adhesion
زاوية الاقتراب (التماس)	Approach angle
التعشيق الاوتوماتيكي	Apron
مائية	Aqueous
المخرطةالآلية	Automatic Lathe
فرش	Bed
دليل الانزلاق	Bed way
مخارط المنضدة	Bench Lathe
التصميم بمساعدة الحاسب (الكاد)	CAD
التصنيع بمساعدة الحاسب (الكام)	CAM
غلق الكامة	Camlock
الكربيد	Carbide
صلب العدة الكربوني والسبائكي	Carbon steel
العربة (الرسمة الطولية)	Carriage
الكربيد الأسمنتي (السرمت)	Cemented carbide (cermet)
الذنبة	Center
المخرطة المتوازية	Center lathe
سنتره (عمل مركز)	Centering
السيراميك	Ceramics
مادة الكربيد الأسمنتي (السرمت)	Cermet
الكيميائي	Chemically
حوض استقبال الرايش	Chip pan
أنواع الرايش	Chip types
ظرف المخرطة	Chuck
ماسك (قابض)	Clamp
خلوص	Clearance

اللغة العربية	اللغة الإنجليزية
الماكينات المبرمجة بالحاسب	CNC machines
المخرطة المبرمجة بالحاسب (المحوسبة)	CNC Numerical Control Lathe
الجزء المركب	Compound portion
التخويش	Counterboring
غطاء	Cover
الراسمة العرضية (الكبرى)	Cross-slide
متدرج (مجعد)	Curling
القطع	Cutting
الحد القاطع	Cutting edge
سرعة القطع	Cutting speed
عدة (أقلام) القطع	Cutting tools
التشوه	Deformation
عمق القطع	Depth of cut
قطر	Diameter
الالماس	Diamond
الانصهار	Diffusion
فك تعشيق	Disengage
المسافة بين المركزين "الذنبتين"	Distance between centers
الثقب	Drilling
الصينية الدوارة	Driving plate
محلول	emulsion
تعشيق	Engage
خراطة التجويف الخارجي (الخصر)	External grooving
الخراطة الطولية الداخلية (المجاري الوجهية)	Face grooving
مخرطة الجبهة	Face Lathe
الصينية المسطحة	Face plate
تسوية القورة	Facing
التعب (الكلال)	Fatigue
تغذية	feed

اللغة العربية	اللغة الإنجليزية
عمود التغذية	Feed screw
العجلات الدوارة	Fly wheels
قوة	Force
قوى	Forces
امام	Forward
مفتت	Fracture
التروس	Gears
التجويف	Grooving
نصف الصامولة	Half-nuts
طارة يدوية	Hand wheel
الغراب الثابت	Head stock
عالي	High
الصلب السرعات العالية	High speed steel
قدرة بالحصان	Horse power
الخمول السطحي	Inert surface
حامل لقم القطع	Inserts holder
الوسطى	Intermediate
مخرطة مجوهرات ومشغولات دقيقة	Jeweler's or instrument lathe
ترترة	Knurling
المخرطة	Lathe
عمود الجر	Lead screw
قلم تسوية شمار	Left hand facing tool
قلاووظ شمال	Left screw
قلم خراطة (تصفية) شمال	Left-Hand turning tool
طول	Length
ذراع	Lever
وحدة (جزء)	Module
محرك	Motor
ألأسمي	Nominal
عدد	Number

اللغة العربية	اللغة الإنجليزية
زيت	Oil
المحاليل الزيتية	Oil based emulsion
الأكسدة	Oxidation
القطع / الفصل	Parting
منقلة	Protractor
زاوية الجرف	Rake angle
البرغلة (تنعيم الثقب)	Reaming
خلوص	Relief
مقاومة	Resistance
عكس	Reverse
قلم تسوية يمين	Right hand facing tool
قلاووظ يمين	Right screw
قلم خراطة (تصفية) يمين	Right-hand turning tool
رولمان بلي	Roller ball
المخنقة المتحركة	Rotary rest
السرج	Saddle
مخرطة البرج من النوع السرج	Saddle-type turret lathe
مقياس	Scale
مجزئ (مقطع)	Segmental
الساق (النصاب)	Shank
مخرطة البرج لإنتاج أجزاء صغيرة	Small precision manually operated
سرعات	Speeds
محور	Spindle
الاستقرار	Stability
معايير قياسية	Standards
المخنقة الثابتة	Steady rest
ارتفاع محور مركز الذنبتين عن الفرش	Swing over the bed
الغراب المتحرك	Tail stock
مسلوب	Taper
الانصهار الحراري	Thermal diffusion

اللغة العربية	اللغة الإنجليزية
التمدد الحراري	Thermal extended
زوايا القلم	Tool angles
المقلمة (حامل اقلام القطع)	Tool post
الزلاقة العلوية	Top-slide
المتانة	Toughness
التنجستين	Tungsten
خراطة	Turning
المخرطة البرجية	Turret and Capstan Lathe
المخرطة البرجية	Turret Lathe
ريشة الثقب الحلزونية	Twist drill
المخرطة العمودية	Vertical Lathe
مسار (طريق)	Ways
التآكل	Wear
مشغولة (قطعة عمل) شغلة	Workpiece

References

١- اساسيات عمليات تصنيع، اسامة محمد المرضي
٢- المرجع في هندسة الإنتاج و التشغيل، م حسين فهمي
٣- تكنولوجيا الورش و القياسات، أ.د. احمد سالم الصباغ
٤- التصنيع الميكانيكي، وزارة التربية و التعليم السورية
5- D. A. Smith & J. Nee, Fundamentals of Tool Design, Society of Manufacturing Engineers; 2003.
6- Peter J Hoffman et al. Precision machining technology-Delmar Cengage Learning, 2012
7- Roger Timings, Fabrication and Welding Engineering, 2008